



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e Ambientali

Effetto della variazione del prezzo dei carburanti
e olii minerali sul costo di produzione del
cippato forestale

Relatore:

Prof. Stefano Grigolato

Laureando:

Nicola Baldessari

Matricola n. 1181636

ANNO ACCADEMICO 2021 – 2022

INDICE

RIASSUNTO.....	3
1. INTRODUZIONE	4
1.1 Utilizzazioni forestali e cantieri in Trentino.....	4
1.1.1 Pianificazione forestale.....	4
1.1.2 Vendita legname.....	5
1.1.3 Meccanizzazione forestale	6
1.2 La filiera del cippato forestale in Trentino	7
1.3 Costi delle materie prime e settore forestale.....	11
1.4 Obiettivi.....	16
2. MATERIALI E METODI	18
2.1 Impostazione del lavoro	18
2.2 Costo macchina	18
2.2.1 Impostazione del questionario	18
2.2.2 Determinazione del costo macchina.....	23
2.2.3 Valutazione dei costi dal 2019 al 2022.....	26
2.3 Costo cantiere	38
2.3.1 Individuazione dei cantieri tipo in Val di Non	38
2.3.2 Localizzazione e descrizione.....	40
2.3.3 Impostazione degli scenari.....	60
2.3.4 Valutazione dei costi dal 2019 al 2022.....	63
3. RISULTATI.....	65
3.1 Andamento dei costi macchina nel periodo 2019-2022	65
3.2 Andamento dei costi cantiere nel periodo 2019-2022	69
4. DISCUSSIONE.....	78
5. CONCLUSIONI.....	81
6. BIBLIOGRAFIA.....	83
7. ALLEGATI.....	85
RINGRAZIAMENTI	93

RIASSUNTO

[ITA]

L'aumento continuo dei costi delle materie prime come gasolio e olii minerali, assieme alla mancata parificazione del prezzo di vendita del prodotto finale, ha provocato un disequilibrio marcato all'interno dei bilanci finali delle imprese forestali. Basandosi su un periodo tra il 2019 e il 2022, è stato proposto un questionario a diverse imprese forestali con l'obiettivo di conoscere i costi delle macchine cippatrici che spettano all'impresa. Sono stati calcolati i costi fissi e variabili dell'utilizzo della macchina cippatrice, analizzando due tipi di macchine: cippatrice trainata e cippatrice su autocarro. I costi sono stati poi analizzati variando le ore di utilizzo giornaliere e di conseguenza annuali, calcolando la percentuale di differenza tra le stesse. In seguito, dopo aver spiegato come funziona l'iter autorizzativo dei progetti di taglio in Trentino, applicando a dodici casi studio reali di cantieri di montagna i valori di costo determinati precedentemente, sono stati calcolati i costi di cippatura e trasporto ipotizzando il lavoro con i due tipi di macchine variando in base ai costi durante il periodo che va dal 2019 al 2022. Sulla base del progetto LogistiCiPlus è stata calcolata la quantità di CO₂ eq. prodotta dall'operazione di cippatura e trasporto.

In conclusione, dopo aver scritto i risultati e quindi le differenze percentuali di costo nei diversi anni, che per la cippatrice trainata il valore di costo varia di circa il 13% mentre per la cippatrice su autocarro circa 20 % tra il 2019 e il 2022, sono state proposte alcune soluzioni utili a motivare la movimentazione delle macchine cippatrici, ridurre i tempi morti di cippatura, migliorare la logistica del trasporto e di conseguenza ridurre i costi che colpiscono le imprese forestali.

[ENG]

“Influence of fuel and mineral oil price variation in the production cost of forest wood chip”

The continuous increment of the raw materials cost and of the fuels and mineral oils, together with the instability of the wood price, has caused a significant impact on the budgets of logging companies. Focusing on a period between 2019 and 2022, a questionnaire was proposed to several logging companies with the aim of finding out the costs paid by the company for the chipping machines.

The fixed and variable costs of wood chipping were calculated analyzing two different types of machines: trailer-mounted chipper and truck-mounted chipper. The costs were then analyzed by changing the hours of use for day and consequently for year, calculating the percentage difference between them. Subsequently, it was explained how the authorized process of chipping projects in Trentino works. The previously established cost values were applied to twelve real case studies of mountain construction sites. Chipping and transport costs were calculated assuming work with the two types of machines and varying in cost during the period from 2019 to 2022. On the basis of the LogistiCiPlus project, the quantity of CO₂ eq. produced by the chipping and transport operation was calculated.

In conclusion, after writing down the results and the percentage differences in cost during the different years, mounte-trailer chipper 13% and truck-mounted chipper 20% on a period between 2019 and 2022, some solutions were proposed to motivate the movement of the chipping machine, reduce the dead time of chipping, improve the logistics of the transport and consequently reduce the costs that affect forestry companies.

1. INTRODUZIONE

1.1 Utilizzazioni forestali e cantieri in Trentino

In Trentino, la gestione delle utilizzazioni forestali pone le sue basi sulla pianificazione forestale, l'applicazione del piano di gestione tramite il prelievo della ripresa e la vendita del legname e la realizzazione di cantieri forestali con un livello di meccanizzazione che pone attenzione alla efficienza e sicurezza e al contenimento degli impatti.

1.1.1 Pianificazione forestale

In Trentino tutti i boschi sono soggetti a vincolo idrogeologico, ovunque essi siano collocati; in queste aree gli interventi di modificazione del territorio sono soggetti ad autorizzazione, al fine di conservare e migliorare i boschi e i suoli mantenendo buone caratteristiche idro-geologiche, protezione del terreno e delle zone di fondovalle evitando il denudamento e l'impermeabilizzazione del suolo.

I cantieri oggetto di studio della presente tesi, si trovano tutti su terreni di pubblica proprietà. Per quanto riguarda le proprietà forestali pubbliche (Comuni, Asuc etc), è obbligatorio adottare il Piano di Gestione Forestale Aziendale (PGFA), quale strumento utilizzato per la gestione dei boschi. Il PGFA è composto da quattro parti, contenendo un inquadramento generale e funzionale nelle prime due parti, mentre nella terza parte un'analisi culturale e programmazione gestionale (ripresa, trattamento, piano dei tagli, interventi); l'ultima parte riguarda la gestione dei pascoli. Una parte importante del PGFA sono gli allegati, perché comprendono le cartografie. L'unità di riferimento del PGFA è la particella, riconoscibile con nome e numero. Per ogni particella forestale, nel PGFA, si trova una scheda contenente una descrizione della stessa, superficie, provvigione, incremento, ripresa.

In questi boschi i progetti di taglio devono rispettare le prescrizioni tecniche contenute nel piano stesso. La richiesta di autorizzazione deve essere preceduta dalla contrassegnatura degli alberi (martellata) e dalla redazione di un progetto di taglio. Nei cantieri analizzati, le martellate sono state effettuate dal dottore forestale dell'Ufficio Distrettuale Forestale di appartenenza, il quale firma anche il progetto di taglio. In questo caso, l'autorizzazione

è data dalla presentazione di una segnalazione certificata di inizio attività, da parte della ditta aggiudicataria dell'asta di vendita. Sul progetto di taglio, è presente la quantità in metri cubi tariffari della piante contrassegnate: questo valore è il volume del "corno" della pianta, ovvero del tronco senza rami e privato del cimale a 8 cm, con corteccia, sulla base delle tariffe di cubatura. Inoltre viene stabilito un prezzo di vendita, detto valore di macchiatico. È presente il valore di quantità netta presunta, che si basa sui metri cubi tariffari diminuiti da una percentuale di corteccia in base alla specie assegnata.

1.1.2 Vendita legname

Il materiale legnoso derivante dalle utilizzazioni può essere venduto in quattro diversi metodi: i) in piedi, ii) a strada sotto forma di tronchi allestiti, iii) in forma presunta o iv) con contratto di fornitura. Il rapporto di vendita tra le parti viene regolato da un contratto, chiamato "Capitolato d'oneri generale", con il quale si affidano le operazioni di utilizzazione e la vendita in piedi dei prodotti legnosi. Il capitolato disciplina gli aspetti amministrativi e contrattuali, modalità e tecniche di utilizzazione, misurazione e tutti gli altri obblighi che spettano all'acquirente e responsabile delle utilizzazioni.

Dal punto di vista dell'iter autorizzativo, qualsiasi lotto boschivo deve essere "consegnato" al responsabile dell'utilizzazione, che deve avere come requisito il patentino di idoneità tecnica per la conduzione delle utilizzazioni forestali. Con l'operazione di "consegna" la responsabilità viene trasferita alla ditta che esegue i lavori. Questa responsabilità rimane così definita fino alla fine della utilizzazione e alla redazione del collaudo.

Una volta eseguiti i lavori di utilizzazione, per poter asportare il legname, viene eseguita la misurazione e redatto il "verbale di misurazione"; questo documento è molto importante perché è sui metri cubi misurati che la ditta paga il proprietario. Alla conclusione dei lavori, viene fatto il collaudo e con esso avviene la riconsegna del bosco al proprietario, sciogliendo la ditta da tutti i suoi obblighi e responsabilità.

Per quanto riguarda i cantieri analizzati, la vendita dei lotti è avvenuta mediante vendita online grazie all'utilizzo del "Portale del legno": su questo portale la ditta può accedere alle informazioni del lotto e presentare un'offerta. La ditta per poter presentare l'offerta deve essere iscritta alla camera di commercio. Una volta che la ditta si aggiudica il lotto,

è obbligata a depositare il 10% del valore dello stesso, come quota di “migliorie boschive”.

1.1.3 Meccanizzazione forestale

I sistemi di meccanizzazione forestale usati per l'utilizzazione dei boschi nei cantieri forestali analizzati possono essere di diverso tipo a seconda della ditta utilizzatrice vincitrice dell'asta di vendita del legname assegnato. In qualsiasi caso però non possono essere molto tecnologici (*harvester* e *forwarder*), viste le situazioni dei tipi di bosco presenti con una viabilità forestale (pista forestale) di dimensione ridotte e adatte all'esbosco a strascico diretto con trattore verricello o skidder limitati, e la pendenza che non permette situazioni di sicurezza nell'utilizzo di alcune macchine forestali. Il sistema di esbosco solitamente usato in questa parte di Trentino, quindi in ambiente montano, si divide tra esbosco su gomma o esbosco aereo tramite gru a cavo. In entrambi i casi solitamente le piante vengono esboscate intere in modo da utilizzare in seguito anche la ramaglia derivante dai processi di depezzamento della pianta. In alcune situazioni particolari, la ramaglia può essere lasciata sul letto di caduta delle piante e in seguito utilizzata per assegnare le cosiddette “sort”, cioè la porzione di legna spettante ai residenti di quel comune: questo solitamente è più un uso e consuetudine dei comuni di montagna.

Il sistema di lavoro è definito dalla forma e modalità in cui il legname viene esboscato:

- Sistema del legname corto (*short wood system*)
- Sistema del fusto intero (*tree length system*)
- Sistema dell'albero intero (*full tree system*)

L'utilizzazione delle piante nei cantieri analizzati avviene con esbosco con sistema dell'albero intero come da prescrizione del capitolato generale. Una volta arrivata al piazzale di deposito la pianta viene allestita grazie ad una sramatura e depezzatura meccanizzata tramite l'utilizzo di un escavatore con la testata del processore (testata srama – sezionatrice).

Le lunghezze dei pezzi variano in base a: specie tagliata, qualità del legname e condizione di mercato. In questo modo, vista la possibilità di deposito sul piazzale sia dei tronchi depezzati che delle ramaglie, viene fatta una distinzione del legname sulla base della

vendita: alcune ditte, con situazioni di legname sano, adottano l'opzione di lasciare la pianta intera e trasportarla direttamente in segheria con una lunghezza di 11 – 13 m; queste piante, dette “piane”, permettono poi la creazione di travi per la costruzione di tetti. Nella maggior parte dei casi però, le piante vengono tagliate alle classiche lunghezze di 2,30 – 3,20 - 4,20 – 4,80 – 5,20 – 6 m.

Grazie a questo sistema di lavoro, le piante vengono abbattute con metodi a bassa meccanizzazione, solitamente da una squadra con motosega, e poi esboscate in un secondo momento. Una volta eseguita la misurazione dei pezzi, questi vengono allontanati e sul piazzale rimane solitamente soltanto la ramaglia, i cimali e i pezzi che presentano difetti tecnologici. Il diametro del cimale, viene definito da capitolato, solitamente 18 cm in punta.

I piazzali di deposito nei cantieri analizzati, hanno la caratteristica di essere raggiungibili sempre da strade forestali camionabili, quindi con una larghezza, pendenza e raggio di curvatura tali da permettere l'arrivo dei mezzi utili alla gestione dei residui forestali e la creazione e allontanamento del cippato. L'identificazione della strada forestale come camionabile, è definita da regolamento e dall'allegato che ne identifica le misure, pendenze e raggi di curvatura.

1.2 La filiera del cippato forestale in Trentino

Nella Provincia Autonoma di Trento, le biomasse legnose possono contribuire ad una decarbonizzazione dei consumi termici, visti i molti studi, i quali determinano che a parità di calore utile prodotto le fonti fossili immettono in atmosfera una quantità di CO₂ eq. dieci volte maggiore rispetto alla rinnovabile legno. È importante ricordare che il bio-combustibile legnoso più utilizzato ai fini termici ed elettrici risulta essere il cippato, derivante dalla filiera corta che può essere di due tipi: filiera corta della prima lavorazione (cascami, ramaglie e scarti delle operazioni boschive) e filiera corta della seconda lavorazione (sciaveri e residui di segheria).

Risulta di fondamentale importanza precisare che ci sono diverse tipologie di cippato, classificabili in base all'origine e purezza del materiale di partenza (presenza di aghi, corpi esterni quali terra, sassi etc.), percentuale di umidità, pezzatura, componente fine

etc. da tutte queste variabili, si determina la qualità tecnologica del prodotto. Sono individuabili sostanzialmente due tipologie di cippato:

- forestale, o verde, di qualità inferiore, originato dall'operazione di cippatura indistinta di legname tondo con difetti tecnologici, cimali, corteccia e cascami tipicamente derivanti dalle utilizzazioni forestali;
- bianco, di qualità superiore, derivato invece dall'operazione di cippatura di legname tondo selezionato appositamente in bosco per la creazione di cippato, o dai residui delle operazioni di prima trasformazione avvenute in segheria. Questo tipo di cippato può essere utilizzato dalle piccole e medie utenze che utilizzano caldaie di ridotte dimensioni e da sistemi di stoccaggio e trasporto del combustibile esposti alle impurità presenti nel cippato forestale.

Le caratteristiche appena descritte del cippato forestale lo posizionano in svantaggio rispetto a quello bianco, derivante da segherie. Per questo motivo i flussi e il valore della biomassa forestale nei confronti del mercato, vengono condizionati dal livello di qualità ottenibile nelle diverse tipologie di cantiere, a vantaggio della biomassa derivante dal comparto di prima lavorazione.

Inoltre, le caratteristiche tecniche degli impianti di ridotte dimensioni (sistemi di alimentazione a coclea e tipo di caldaia), le dimensioni degli spazi di deposito e stoccaggio, e le condizioni e tempi di consegna degli operatori forestali influiscono in modo negativo su l'appetibilità del prodotto sul mercato delle centrali di teleriscaldamento.

La disponibilità prossima di biomassa forestale utilizzabile nel settore energetico è condizionata dall'andamento del mercato, quindi il suo prezzo: al crescere del suo valore, la disponibilità aumenta, mobilitando il materiale proveniente anche dai cantieri di utilizzazione meno remunerativi; al contrario, come nella situazione straordinaria post evento Vaia, dove si registra una quantità troppo elevata rispetto alla domanda, le quantità potenziali di biomassa forestale disponibili non vengono recuperate totalmente e rimangono in bosco.

Nella provincia di Trento il potenziale disponibile di biomassa forestale o residui di lavorazione è ampio ma non pienamente sfruttato, secondo uno studio del 2017, circa il 37% del totale prodotto viene destinato extra provincia. Questo valore si alza ulteriormente fino all'80% in alcuni distretti della Provincia o nel caso di alcune aziende

ben strutturate. Questa “esportazione” di biocombustibile equivale alla perdita di tutta una serie di benefici economici e ambientali.

In Provincia Autonoma di Trento è attivo il Tavolo Tecnico Biomassa Legnosa, che monitora la disponibilità ai fini energetici prodotto e utilizzato in provincia. Da quanto disponibile sul Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP) 2021 – 2030, si può notare come da una serie di indagini tra il 2016 e il 2017 (quindi pre evento Vaia), la quantità di cippato forestale e da aziende di prima lavorazione offerta risultava stimabile in oltre 722.000 metri cubi steri, con una domanda stimabile in oltre 300.000 metri cubi steri. In seguito all’evento catastrofico tempesta Vaia, la quantità di materiale da recuperare ha comportato un incremento di produzione di biomassa forestale. Questo surplus di materiale disponibile, difficilmente quantificabile per diversi fattori, è legato a due fattori principali:

1. diretto: la tempesta ha danneggiato circa 19.000 ha di superficie forestale, provocando danni per circa 4 Milioni di metri cubi (a confronto dei 540.000 m³/anno di ripresa). Solo una parte di questa grande quantità di materiale atterrato, è destinabile alla lavorazione commerciale, con elevate quote di scarto destinate al mercato energetico;
2. indiretto: l’insorgenza dei danni secondari, principalmente dovuto alle infestazioni di *Ips typographus*, a danno dei popolamenti di abete rosso. Questa pullulazione di xilofago, genera una resa minore rispetto all’ordinario delle piante, aumentando di fatto la quantità di biomassa destinata all’impiego energetico. Una stima fatta dal Servizio Foreste assieme alla Fondazione E. Mach, evince che ci possano essere dal 20 al 50 % della quantità di danno causata dalla tempesta Vaia, attaccata dal bostrico. Questa manifestazione dipende dalle condizioni favorevoli o meno, per lo sviluppo di questo parassita, oltre che alle azioni di contenimento che si possono mettere in atto. Si parla comunque di circa 6-7 anni, come arco temporale di manifestazione di danni secondari.

In sintesi, dall’evento Vaia e le conseguenze ad esso correlate, si prevede un picco di produzione di biomassa forestale, stimando una produzione di biomassa ad uso energetico compresa tra 0,16 e 0,4 Milioni di metri cubi steri all’anno in più rispetto all’ordinario (370.000 Milioni di metri cubi steri).

In Trentino, si prevede una strategia di miglioramento della qualità dell'aria da un lato, e valorizzazione, con un conseguente aumento di uso della materia prima locale, dall'altro. Per far sì che ciò accada, si incentiva l'incremento di biomassa legnosa locale da bosco negli impianti centralizzati, ottimizzando l'uso della biomassa sia negli impianti che nel domestico. Risulta importante quindi:

- creare una rete infrastrutturale viaria forestale tale da essere efficiente e ben distribuita sul territorio, con caratteristiche idonee a sopportare le attività di utilizzazione e produzione della biomassa;
- organizzare una filiera logistica efficiente e moderna, grazie all'utilizzo di mezzi innovativi e funzionali alla produzione della biomassa;
- valorizzare il cippato bianco, organizzando utilizzazioni forestali selezionando legname grezzo di partenza, certificazione di qualità e innovazione delle forme di vendita: sarebbe opportuno passare dalla vendita con un prezzo ad unità di volume o di massa ad un prezzo ad unità di energia termica, per far sì che ci sia un incentivo alla produzione di cippato qualitativamente superiore.

Infine, la Provincia Autonoma di Trento, spinge sempre più per una strutturazione di filiere corte legno - energia, promuovendo accordi di filiera tra i soggetti proprietari forestali e i gestori degli impianti. La qualità del materiale inoltre assume un ruolo fondamentale in quanto a eco-sostenibilità dello stesso, perché un materiale di qualità, a parità di emissione di gas ha un potere calorifico più alto, risultando quindi più efficiente. Altrettanto importante risulta la logistica del cantiere, che deve considerare la corretta disposizione del materiale tenendo presente le manovre necessarie della macchina cippatrice e dei camion adibiti al trasporto del cippato. Nella potenzialità della qualità del cippato, in Trentino si sta intraprendendo un percorso di qualificazione professionale, che ha permesso di ottenere la conformità dei prodotti legnosi immessi sul mercato, grazie a dei laboratori che verificano e assicurano che il cippato prodotto sia di classe A1, A2 o B, come dichiarato dal produttore. Inoltre le aziende boschive possono aderire ad uno schema di certificazione volontario Biomassplus, che garantisce un prodotto tracciabile, sostenibile, legale e di qualità.

1.3 Costi delle materie prime e settore forestale

Da oltre un decennio la Provincia Autonoma di Trento, associata alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento (C.C.I.A.A.) si applica per la tutela e valorizzazione del legno utilizzato in Trentino e si pone l'obiettivo di promozione e commercializzazione dello stesso. Il Portale del Legno rappresenta un sistema di vendite online in grado di garantire la trasparenza e agevolare la reportistica delle aste dedicate alle offerte e aggiudicazioni dei lotti in provincia di Trento.

Grazie a questo portale, si riesce ad avere un'elaborazione di statistiche complete per descrivere al meglio la struttura e l'evoluzione del mercato del legno. Come spiegato nei capitoli precedenti, i diversi modi di vendita e contrattazione, permettono ai proprietari forestali una libertà di decisione, sgravando il peso delle incombenze amministrative. Il Portale del legno trentino è diventato sempre più uno strumento utile ed apprezzato da tutti coloro che vogliono acquistare o vendere legname in qualsiasi assortimento, biomassa e legna da ardere. Questo strumento, è risultato fondamentale nel periodo successivo alla tempesta Vaia, aiutando la gestione dei quantitativi di legname immessi sul mercato.

Analizzando l'andamento delle vendite di legname dal 2018, si nota che gli effetti della tempesta Vaia hanno causato un calo del prezzo di vendita del legname, soprattutto per i lotti venduti in piedi, già dagli ultimi mesi del 2018. Nel primo trimestre del 2019, si nota un mercato particolarmente vivace, avendo venduto una quantità di metri cubi netti di legname elevata: al suo interno si trovano i lotti accessibili e con una viabilità ben sviluppata. In seguito a questo periodo di picco, si è assistito ad un periodo di assestamento che si aggirava su una vendita di circa 30.000 m³ (pre Vaia questo valore si aggirava attorno ai 24.000 m³). Nella seconda metà del 2019, i cantieri utilizzati iniziavano ad essere quelli più svantaggiati dal punto di vista logistico, richiedendo maggior tempo per le operazioni tecniche preliminari alla vendita. Il 2020 invece è stato segnato dalle conseguenze della pandemia da Covid-19, che ha radicalmente mutato il mercato del legno: il blocco delle attività economiche sommato al surplus di offerta di legname in Centro Europa hanno provocato il quasi totale azzeramento delle vendite di legname fino alla fine dell'estate. Questa situazione straordinaria, ha inciso in modo significativo sulle condizioni di lavoro in modo tale da causare ricadute negative sul mercato del legno. Alla fine del 2020, il mercato del legno, ha invece subito un deciso

cambio di rotta: la richiesta di legname tondo da Cina e USA, hanno provocato un innalzamento del prezzo di mercato, provocando una corsa alla fornitura con difficoltà a reperire legname grezzo e marcato aumento di prezzo di aggiudicazione dei lotti. Grazie a questa situazione, l'immissione sul mercato di materiale danneggiato quali piante attaccate e danneggiate dal bostrico, ha fatto raggiungere prezzi fino a prima impensabili. Nel secondo semestre del 2021, il mercato è stato caratterizzato da una contrazione che ha diminuito i prezzi di aggiudicazione. Verso la fine dell'anno invece, la situazione era nuovamente in ripresa, così come il primo trimestre del 2022.

Andamento delle vendite di legname in Trentino

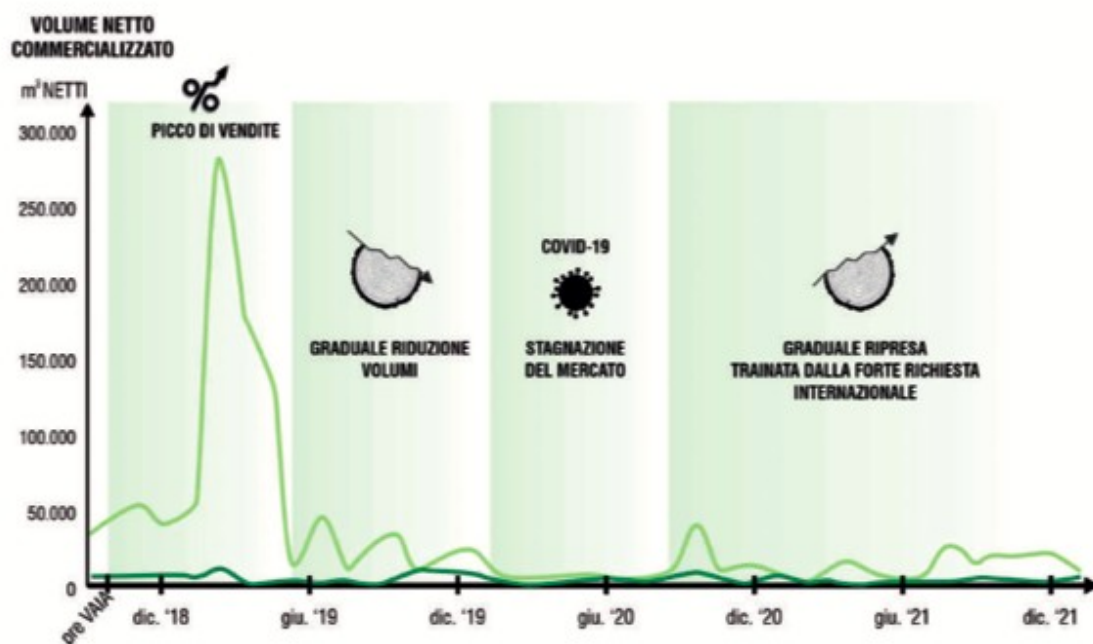


Figura 1: Volume netto commercializzato novembre 2018 - dicembre 2021 (Fonte: Report VAIA – Dipartimento Protezione civile, Foreste e Fauna - Agenzia Provinciale delle Foreste Demaniali - Servizio Foreste - Provincia Autonoma di Trento - 2022)

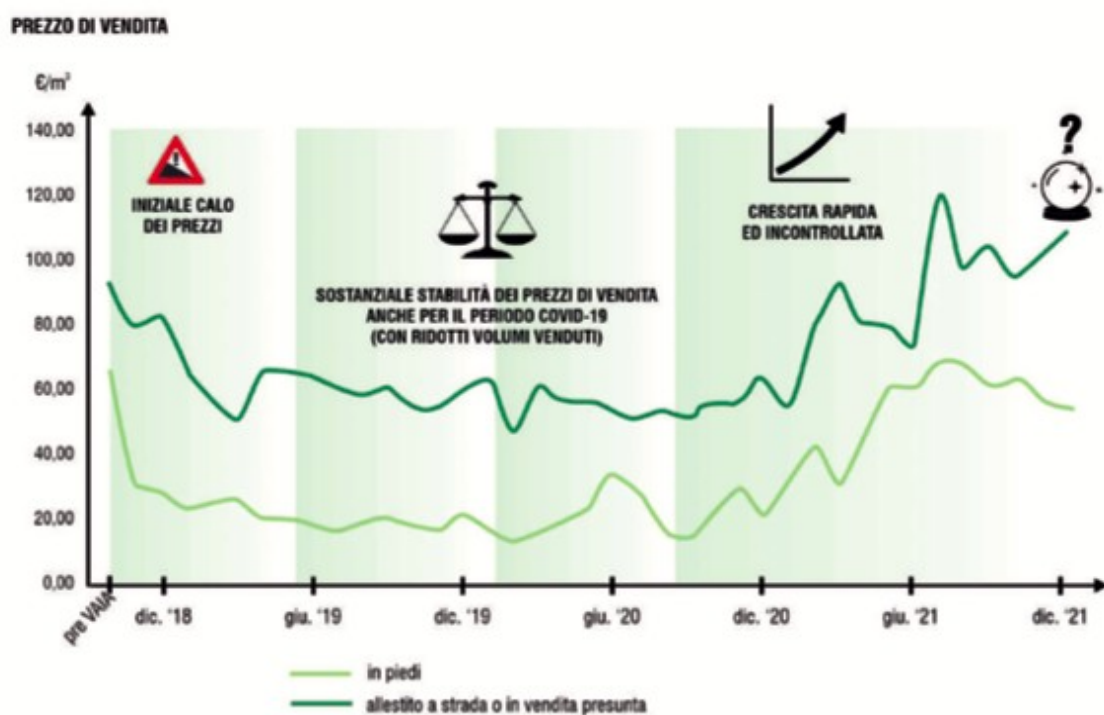


Figura 2: Prezzo di vendita novembre 2018 - dicembre 2021 (Fonte: Report VAIA – Dipartimento Protezione civile, Foreste e Fauna - Agenzia Provinciale delle Foreste Demaniali - Servizio Foreste - Provincia Autonoma di Trento - 2022)

Per quanto riguarda il cippato forestale invece, l'andamento non è stato preso in considerazione dalla Provincia Autonoma di Trento e quindi sono stati utilizzati come riferimento i dati dell'osservatorio di mercato della Associazione Italiana Energie Agro-Forestali. Come è possibile osservare, il prezzo del cippato varia in base alla qualità, ma nel corso degli anni dal 2018 al 2022, è leggermente aumentato. È importante ricordare che a Gennaio 2022, i costi per la produzione di 1 MWh, erano i seguenti.

COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA		EMISSIONI DI CO ₂ (in kg CO _{2eq} /MWh)	
Gennaio 2022 (in Euro/MWh)		DELL'ENERGIA PRIMARIA	
al consumatore finale, iva e tasse incluse, trasporto escluso			
147	< Gasolio da riscaldamento >	326	
104	< Gasolio agricolo e per serre >	326	
138	< Gas naturale >	250	
72	< Pellet A1 ENplus* in sacchi da 15kg >	29	
77	< Pellet A1 ENplus* in autobotte >	29	
54	< Legna da ardere M20-25 >	25	
35	< Cippato A1 M35 >	26	
24	< Cippato B1 M50 >	26	

© AIEL - RIPRODUZIONE RISERVATA

© AIEL RIPRODUZIONE RISERVATA

Figura 3: Costo dell'energia primaria(Fonte: Mercati&Prezzi - AIEL - Gennaio 2022)

Il cippato forestale, a gennaio 2022, subiva un prezzo di vendita che variava tra i 48 euro/T (Qualità B1: ramaglia, cimati, tronchi), fino ad arrivare a 131 euro/t (Qualità A1plus: stanghe, tronchi sramati).

Dal 2018 ad oggi, il prezzo del cippato è rimasto circa uguale, subendo una leggera variazione a tratti negativa (2018 post Vaia), per poi equilibrarsi ed aumentare negli anni successivi.

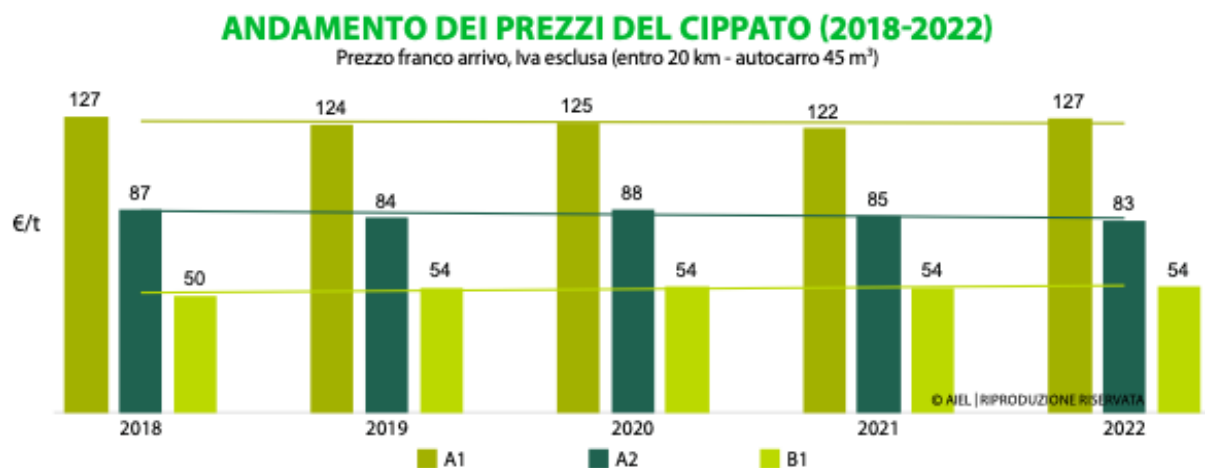


Figura 4: Andamento dei prezzi del cippato (Fonte: Mercati&Prezzi - AIEL - Gennaio 2022)

Risulta di fondamentale importanza ricordare che, a questi prezzi, va aggiunto il costo di trasporto, che varia sulla base dei km da percorrere e la quantità trasportata dall'autocarro.

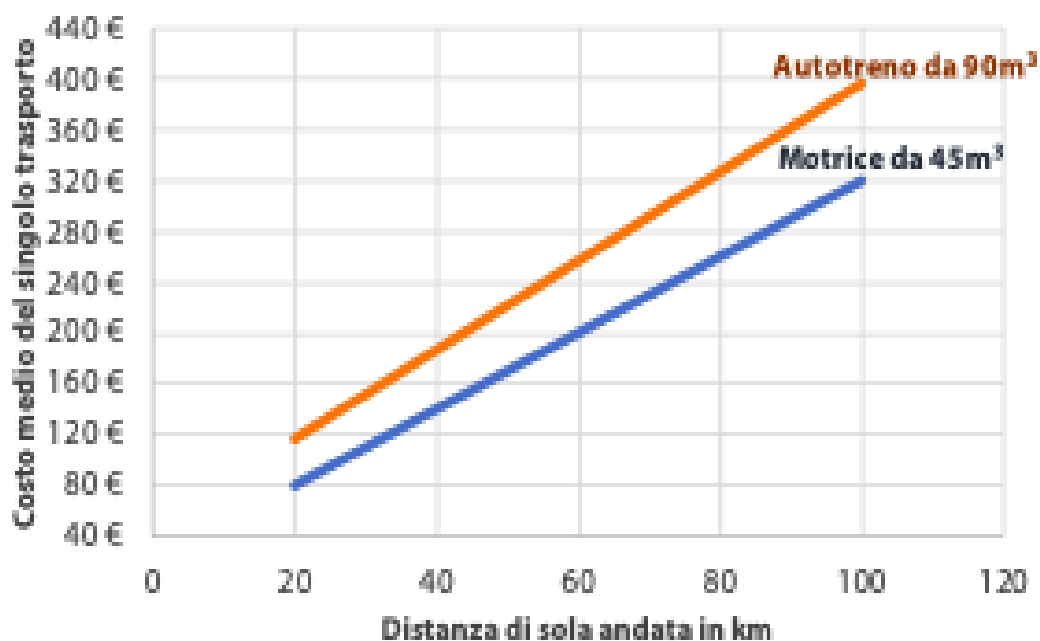


Figura 5: Costo di trasporto cippato (Fonte: Mercati&Prezzi - AIEL - Gennaio 2022)

1.4 Obiettivi

Nell'ambito di gestione di un cantiere forestale, la creazione del cippato forestale assume sempre più importanza per quanto riguarda la gestione della biomassa rimasta in bosco nella produzione di energia e la "pulizia" del cantiere stesso.

L'attuale crisi dei prezzi delle materie prime, che si sta verificando a seguito della pandemia COVID-19 e per il conflitto Russo-Ucraino, ha una ricaduta negativa nella gestione dei cantieri forestali ed in particolare su quelli più energivori come la cippatura con il continuo aumento dei costi di produzione.

In ambiente montano, il cantiere di cippatura e il trasporto del cippato dal sito di cantiere all'impianto di destinazione comporta una logistica complessa, produttività non sempre elevate e elevati costi di movimentazione e trasporto dovuti alle condizioni spesso non ottimali di lavoro e di una viabilità forestale non sempre adatta.

Nella seguente tesi, sono stati analizzati i costi delle macchine cippatrici variando il loro utilizzo orario giornaliero, di conseguenza annuo, e valutando la differenza del costo orario lordo dal 2019 al 2022 grazie a dei fogli di lavoro.

Inoltre si è cercato di capire a quanto ammontano questi costi, analizzando dodici cantieri effettivi - reali di ambiente montano e la logistica che li caratterizza. Una prima distinzione è stata fatta sulla base del metodo di trasporto del cippato, suddividendo i cantieri che prevedono un deposito temporaneo (dieci) da quelli che invece permettevano l'allontanamento diretto su autotreno (due).

Sulla base di un questionario e di alcuni dati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*) si è definito il valore dei costi fissi e variabili, per andare a creare un foglio di calcolo per la valutazione dei cantieri analizzati. Gli stessi, sono stati percorsi e tracciati tramite GPS al fine di rilevare gli elementi influenzanti la logistica di cantiere (piazze, punti di svolta, area cantiere, caratterizzazione della viabilità) e fornire le informazioni per l'analisi e la modellizzazione dei costi cantiere

I costi di cantiere e trasporto sono stati valutati tramite scenari che hanno considerato la variazione del costo delle materie prime e dei materiali tra il 2019 e il 2022 con l'obiettivo di valutare l'influenza dell'incremento dei costi dei carburanti, lubrificanti e materie prime nella gestione del cantiere e quindi l'effetto sulla remuneratività nella produzione di cippato forestale.

In sintesi gli obiettivi sono:

- valutazione dei costi delle macchine cippatrici analizzando il loro utilizzo orario giornaliero e di conseguenza annuo;
- analisi dei costi considerando l'aumento dei prezzi di gasolio, lubrificante motore e idraulico e costo orario manodopera dal 2019 al 2022;
- applicazione di questi costi a dodici casi studio reali, distinti tra loro per quantità di materiale destinato a cippatura e logistica;
- applicazione degli scenari dei casi studio reali considerando la variazione del costo delle materie dal 2019 al 2022.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Impostazione del lavoro

La seguente tesi si sviluppa analizzando i costi macchina, raccolti grazie ad un questionario proposto alle diverse imprese forestali e ad alcuni dati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*).

Analizzando i singoli costi della macchina, divisi tra voci di costo, costi fissi e costi variabili, sono stati poi applicati a due diversi tipi di macchine cippatrici: una trainata e una caricata su autocarro. In seguito sono stati analizzati i costi considerando le variazioni di prezzo delle materie prime come gasolio, lubrificanti e prezzo manodopera considerando un periodo dal 2019 al 2022, fino a marzo: in seguito i costi sono aumentati ulteriormente.

Una volta definiti i costi relativi alla macchina cippatrice, sono stati individuati dodici cantieri reali in modo da applicare ai casi studio questi determinati valori di costo calcolati. In seguito sono stati analizzati i valori considerando l'influenza dell'aumento dei costi nel periodo 2019 - 2022.

2.2 Costo macchina

2.2.1 Impostazione del questionario

La raccolta dati e informazioni si è basata sulla somministrazione di un questionario. Il questionario si è posto come obiettivo quello di analizzare l'effetto della variazione dei prezzi delle materie prime a seguito dell'epidemia da Covid-19 e del conflitto Russia-Ucraina sul costo di produzione del cippato forestale. Il questionario è stato inviato ad una serie di imprese forestali, cercando di comprendere almeno un'impresa forestale con cippatrice trainata e un'impresa forestale con cippatrice allestita su autocarro. Questa scelta è stata fatta per capire la differenza dell'operatività delle due macchine.

Sono state individuate cinque imprese forestali e due hanno risposto in modo completo al questionario, in quanto disponevano di tutti i dati e informazioni richieste. La funzionalità

dei dati forniti dalle imprese, sono stati poi usati e sviluppati per la creazione di grafici che rappresentassero in modo immediato la variazione di costo all'interno dell'intervallo degli anni 2019–2022. Inoltre sono stati usati i dati per progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), uno studio che aveva come obiettivo lo studio dei dati della logistica nei cantieri di cippato.

All'interno del questionario, le richieste fatte alle imprese riguardavano principalmente tre macro-argomenti:

- descrizione della macchina
- impiego e manutenzione ordinaria della macchina
- costi di esercizio

Macchina

Dopo la definizione del tipo e modello, è stato utile capire il costo indicativo di acquisto e l'eventuale presenza di contributo tramite Piano di Sviluppo Regionale (PSR) agevolazione fiscale tramite se l'acquisto era conforme alle indicazioni di Industria 4.0. Inoltre sono state richieste tutte le informazioni di dettaglio per quanto riguarda data di acquisto e anno di costruzione

Macchina

Marca e modello cippatrice	
Tipo (semovente, trainata, portata)	
Alimentazione (motore autonomo, presa di potenza)	
• se motore autonomo potenza (kW)	
• se alimentata potenza motore (kW)	
Anno di costruzione	
Anno di acquisto	
Costo (indicativo) di acquisto (€)	
Eventuale contributo PSR (SI/NO)	
Agevolazione Industria 4.0 (SI/NO)	

Figura 6: parte del questionario relativo alla macchina

Impiego e manutenzione ordinaria

Per quanto riguarda l'impiego e la manutenzione ordinaria, è risultato fondamentale la determinazione dell'impegno orario giornaliero, in modo da poter calcolare l'influenza che tali giornate lavorative annue recano sull'uso della macchina e quindi sul costo orario lordo. In questo caso, la variazione delle ore di lavoro è stata fissata sui parametri di 400-800-1200-1600 ore di lavoro annuo, considerando quindi un impiego di pochi giorni fino a un impiego costante in tutto l'anno. Molto importante il dato della produttività oraria media e i consumi di trasferimento e carburante orario. In seguito sono state richieste un'altra serie di parametri per quanto riguarda l'olio motore, idraulico, coltelli e contro-lame.

Impiego e manutenzione ordinaria

Impiego settimanale (giorni)	
Impiego giornaliero (inclusi trasferimenti) (ore)	
Tempo cippatura (% su impiego giornaliero)	
Produttività oraria media fusti (m ³ steri / ora)	
Produttività oraria media ramaglia (m ³ steri / ora)	
Produttività oraria media stanghe (m ³ steri / ora)	
Consumo trasferimento (se semovente) (l/km)	
Consumo trasferimento (se trainata) (l/km)	
Consumo carburante orario (indicativo) (l/ore)	
Sostituzione olio motore (ore)	
Quantità olio motore sostituito (kg o litri)	
Sostituzione olio idraulico (ore)	
Quantità olio idraulico sostituito (kg o litri)	
Ingrassaggio (ore)	
Quantità grasso (kg o litri)	
Numero coltelli	
Sostituzione coltelli (indicativo) (ore)	
Numero contro-lame	
Sostituzione contro-lame (indicativo) (ore)	

Figura 7: parte del questionario relativo all'impiego e manutenzione ordinaria

Costi

Per quanto riguarda i costi, è risultato fondamentale determinare, dall'anno 2019 all'anno 2022, i valori che gravano sulle imprese forestali per quanto riguarda il gasolio, lubrificante olio motore, lubrificante olio idraulico, AdBlue, costo coltelli, costo controlama, assicurazione, bollo, tagliandi e il costo orario operatore. Sulla base di questi valori, sono stati creati dei grafici che vanno a mostrare la variabilità di costo nel corso degli anni presi in considerazione.

Costi

Gasolio (media indicativa per trimestre €/l)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

Lubrificante olio motore (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

Lubrificante olio-idraulico (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

AdBLUE / Urea (media indicativa per trimestre €/l)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

Costo coltelli (media indicativa per trimestre €/coltello)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

Costo controlama (media indicativa per trimestre €/controlama)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°

Note:

Costo assicurazione (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022

Note:

Costo bollo (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022

Note:

Costi di manutenzione ordinaria tagliandi, revisione (indicativi)

2019	2020	2021	2022

Note:

Costo orario operatore indicativo (€/ora)

2019	2020	2021	2022

Note

Figura 8: parte del questionario relativo ai costi

Alla fine del questionario, è stata resa disponibile una sezione dove le imprese potevano ulteriori suggerimenti utili ai fini di una gestione migliore della gestione del cippato forestale.

2.2.2 Determinazione del costo macchina

Sulla base dei questionari e dei dati ricavati dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), sono stati creati dei fogli di calcolo per analizzare il costo delle macchine cippatrici considerate nel presente lavoro.

Il calcolo di costo orario si è basato sulle informazioni acquisite tramite il questionario ed è stato calcolato e modellato sulle due realtà individuate, una cippatrice di tipo trainato e una cippatrice montata su autocarro.

Il foglio di calcolo predisposto come obiettivo ha la determinazione del costo totale orario che deriva dalla somma di tutti i costi fissi e costi variabili.

Per la determinazione dei costi fissi e variabili, sono stati analizzati una serie di voci di costo. Inoltre per entrambi i modelli di cippatrice, è stata inserita la variabile delle ore effettive giornaliere di lavoro, di conseguenza annue, in modo da analizzare la variabilità di costo che ha la macchina in base al suo utilizzo. Per ogni macchina cippatrice, grazie ai dati raccolti dal questionario, è stata analizzata la variazione del costo dal 2019 al 2022, sulla base degli aumenti di prezzo di gasolio, lubrificante motore e idraulico e costo di manodopera.

Voci di costo

Nelle voci di costo sono stati raggruppati diversi valori che sono stati derivati in parte dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), in parte dal questionario. Sulla base del prezzo di acquisto della macchina fornito dalle imprese, è stato calcolato il valore di recupero, dato dal 20% del valore di acquisto. La durata tecnica è stata fornita dalle imprese, mentre le ore effettive di lavoro giornaliere sono state usate come variabili (400 – 800 – 1200 – 1600 ore) per definire la differenza di costo in base all'utilizzo della macchina (in rosa in Figura 9).

L'investimento medio annuo e la quota fissa di manutenzione sono state calcolate sulla base delle seguenti formule:

- investimento medio annuo: $(P - S) \cdot (n+1) / 2n + S$

P = Valore acquisto

S = Valore di recupero (20%P)

n = Durata tecnica in anni

- quota fissa di manutenzione: $0,006 \cdot P / 100$

Fissato un tasso di interesse e un coefficiente di tasse, assicurazione etc., il costo orario dei coltelli è stato calcolato in base al loro costo, utilizzo orario e numero di coltelli presenti. Il consumo di carburante, lubrificante motore e idraulico sono stati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (Cadei et al. 2021) - (in verde in Figura 9). Sulla base del questionario proposto, vista la volontà di calcolare la differenza dall'anno 2019 all'anno 2022, il prezzo di gasolio, del lubrificante motore e idraulico e il costo di manodopera lordo, sono stati variabili in base all'anno di calcolo e inseriti manualmente nel foglio in modo da modificare il risultato finale in base all'anno di calcolo (in azzurro in Figura 9).

Voce di costo	Simbolo	Formula di calcolo	Valore
Prezzo di acquisto (€)	P		300000
Valore di recupero (€)	S	20% P	60000
Durata tecnica (anni)	n		10
Ore effettive di lavoro giornaliera (ore)	DSH		2
Giornate di lavoro annue	DY		200
Ore effettive di lavoro annuali (ore)	SH	DSH*DY	400
Investimento medio annuo (€/anno)	AI	$(P-S)*(n+1)/2n+S$	192000
Quota fissa manutenzione (€/ora)	RMr	$0,006*P/100$	18
Costo orario coltelli (€/ora)	RMc	84/16	5,25
Tasso di interesse (%)	R		5,000
Coeff. tasse, assicur., garage (%)	ITGr		8,000
Consumo carburante(litri/ora)	Fc		40,000
Consumo lubrificante motore (litri/ora)	Lcm		0,100
Consumo lubrificante idraulico (litri/ora)	Lci		0,200
Prezzo gasolio (€/litro)	Fp		1,140
Prezzo lubrificante motore (€/litro)	Lpm		3,200
Prezzo lubrificante idraulico(€/litro)	Lpi		0,880
Costo manodopera lordo (€/ora)	WB		25,000

Figura 9: immagine estratta dal foglio di calcolo Excel impostato per il calcolo delle voci di costo

Costi Fissi

Al suo interno sono state determinate le diverse quote di ammortamento, interesse, tasse-assicurazione-ricovero e i costi fissi per ora lorda. Questi valori sono stati calcolati sulla base di formule che usano come valori base quelli derivanti dalle voci di costo.

La quota di ammortamento viene calcolata sulla base del prezzo di acquisto meno il valore di recupero, sul numero di anni di durata tecnica.

Gli interessi sono stati calcolati moltiplicando l'investimento medio annuo per il tasso di interesse.

Stessa operazione è stata effettuata per il calcolo della quota di tasse-assicurazione-ricovero moltiplicando l'investimento medio annuo, variando però il coefficiente.

I costi fissi per ora lorda invece derivano dalla somma di tutti gli altri costi fissi, divisa per il numero di ore effettive di lavoro annuali.

Costi fissi			
Ammortamento (€/anno)	Ammort	$(P-S)/n$	24000,00
Interessi (€/anno)	In	$AI \cdot R$	9600,00
Tasse, assicur., riposo (€/anno)	ITG	$AI \cdot ITGr$	15360,00
Costi fissi per ora lorda (€/ora)	OC	$Ammort + In + ITG / SH$	122,40

Figura 10: immagine estratta dal foglio di calcolo Excel impostato per il calcolo dei costi fissi

Costi Variabili

Al suo interno troviamo le voci relative alle riparazioni e manutenzione, carburante, lubrificante, manodopera e costi variabili per ora lorda.

Per il valore di riparazione e manutenzione sono stati sommati i valori della quota fissa di manutenzione con il costo orario dei coltelli.

Il valore del carburante è stato ricavato dalla moltiplicazione del consumo di carburante per il prezzo del gasolio.

Il valore del lubrificante deriva dalla somma del consumo lubrificante motore moltiplicato per il suo prezzo e il consumo del lubrificante idraulico moltiplicato per il suo prezzo.

Il costo della manodopera è stato ricavato da quanto dichiarato dalle imprese sul questionario.

A questo punto, la somma di tutte queste voci, sommate tra loro hanno fornito il valore dei costi variabili per ora lorda

Costi variabili			
Riparazioni e manutenzione (€/ora)	RM	$RM_r + RM_c$	23,250
Carburante	FC	$F_c \cdot F_p$	45,600
Lubrificante (€/ora)	LC	$L_{cm} \cdot L_{pm} + L_{ci} \cdot L_{pi}$	0,496
Manodopera (€/ora)	Pc	= WB	25,000
Costi variabili per ora lorda (€/ora)	OpC	$RM + FC + LC + Pc$	94,346

Figura 11: immagine estratta dal foglio di calcolo Excel impostato per il calcolo dei costi variabili

Infine, il **costo totale per ora lorda**, è uscito dalla somma dei due costi trovati in precedenza: costo fisso per ora lorda e costo variabile per ora lorda. Questo valore è diversificato di anno in anno sulla base dei valori delle voci di costo fornite dalle imprese forestali. Inoltre per ogni anno, è stato calcolato un valore diverso sulla base della quantità di ore di lavoro annue della macchina.

2.2.3 Valutazione dei costi dal 2019 al 2022

Per quanto riguarda la valutazione dei costi della macchina, grazie al questionario, è stato possibile valutare l'aumento dei costi dal 2019 al 2022. Questa operazione è stata fatta sia per la macchina cippatrice trainata che per la macchina cippatrice su camion.

Per ogni anno, all'interno del foglio di lavoro, sono stati calcolati i costi orari lordi modificando le voci di costo in base alle informazioni fornite dalle imprese forestali e variando il numero di ore effettive di lavoro annuali della macchina: in entrambe le macchine sono stati proposti il seguente impiego in termini di ore di lavoro annuali: 400-800-1200-1600.

Una serie di voci di costo invece è stata considerata uguale in tutti gli anni presi in considerazione (prezzo acquisto, valore di recupero etc.).

Caso studio: cippatrice trainata

Le voci di costo su cui si basano i calcoli per la determinazione dei costi fissi e variabili sono le seguenti:

Tabella 1: voci di costo utilizzate - in rosso il valore modificato sulla base delle ore di lavoro effettive 400-800-1200-1600 – cippatrice trainata

VOCI DI COSTO	VALORE
Prezzo di acquisto (€)	300.000
Valore di recupero (€)	60.000
Durata tecnica (anni)	10
Ore effettive di lavoro giornaliera (ore)	2-4-6-8
Giornate di lavoro annue	200
Ore effettive di lavoro annuali (ore)	400-800-1200-1600
Investimento medio annuo (€/anno)	192.000,00
Quota fissa manutenzione (€/ora)	18,00
Costo orario coltelli (€/ora)	5,25
Tasso di interesse (%)	5,00
Coeff. tasse, assicur., garage (%)	8,00
Consumo carburante(litri/ora)	40,00
Consumo lubrificante motore (litri/ora)	0,10
Consumo lubrificante idraulico (litri/ora)	0,20

I dati utilizzati per il calcolo del costo orario lordo differenziano tra loro in base all'anno di riferimento come di seguito riportato:

Tabella 2: dati all'anno 2019 ricavati dalle imprese forestali

2019	Gasolio (€/litro)	1,14
	Lubrificante motore (€/litro)	3,20
	Lubrificante idraulico (€/litro)	0,88
	Manodopera (€/ora)	25,00

Tabella 3: dati all'anno 2020 ricavati dalle imprese forestali

2020	Gasolio (€/litro)	0,92
	Lubrificante motore (€/litro)	3,40
	Lubrificante idraulico (€/litro)	0,91
	Manodopera (€/ora)	27,00

Tabella 4: dati all'anno 2021 ricavati dalle imprese forestali

2021	Gasolio (€/litro)	1,12
	Lubrificante motore (€/litro)	4,22
	Lubrificante idraulico (€/litro)	1,08
	Manodopera (€/ora)	30,00

Tabella 5: dati all'anno 2022 ricavati dalle imprese forestali

2022	Gasolio (€/litro)	1,70
	Lubrificante motore (€/litro)	4,80
	Lubrificante idraulico (€/litro)	1,06
	Manodopera (€/ora)	32,00



Foto 1: mucchio di cippato verde o forestale (Foto di Nicola Baldessari)

Caso studio: cippatrice su autocarro

Le voci di costo su cui si basano i calcoli per la determinazione dei costi fissi e variabili sono le seguenti:

Tabella 6: voci di costo utilizzate - in rosso il valore modificato sulla base delle ore di lavoro effettive 400-800-1200-1600 – cippatrice su autocarro

VOCI DI COSTO	VALORE
Prezzo di acquisto (€)	170.000
Valore di recupero (€)	34.000
Durata tecnica (anni)	10
Ore effettive di lavoro giornaliere (ore)	2-4-6-8
Giornate di lavoro annue	200
Ore effettive di lavoro annuali (ore)	400-800-1200-1600
Investimento medio annuo (€/anno)	108.800,00
Quota fissa manutenzione (€/ora)	10,20
Costo orario coltelli (€/ora)	5,25
Tasso di interesse (%)	5,00
Coeff. tasse, assicur., garage (%)	8,00
Consumo carburante(litri/ora)	46,00
Consumo lubrificante motore (litri/ora)	0,10
Consumo lubrificante idraulico (litri/ora)	0,20

I dati utilizzati per il calcolo del costo orario lordo differenziano tra loro in base all'anno di riferimento come di seguito riportato:

Tabella 7: dati all'anno 2019 cippatrice su autocarro ricavati dalle imprese forestali

2019	Gasolio (€/litro)	1,12
	Lubrificante motore (€/litro)	2,98
	Lubrificante idraulico (€/litro)	3,12
	Manodopera (€/ora)	18,00

Tabella 8: dati all'anno 2020 cippatrice su autocarro ricavati dalle imprese forestali

2020	Gasolio (€/litro)	0,97
	Lubrificante motore (€/litro)	2,80
	Lubrificante idraulico (€/litro)	2,97
	Manodopera (€/ora)	18,00

Tabella 9: dati all'anno 2021 cippatrice su autocarro ricavati dalle imprese forestali

2021	Gasolio (€/litro)	0,97
	Lubrificante motore (€/litro)	2,80
	Lubrificante idraulico (€/litro)	2,97
	Manodopera (€/ora)	18,00

Tabella 10: dati all'anno 2022 cippatrice su autocarro ricavati dalle imprese forestali

2022	Gasolio (€/litro)	1,47
	Lubrificante motore (€/litro)	2,99
	Lubrificante idraulico (€/litro)	2,29
	Manodopera (€/ora)	18,00

Sulla base di questi dati, sono stati calcolati i costi fissi e i costi variabili che vanno poi a definire il costo orario lordo.



Foto 2: cippatrice su autocarro in azione in uno dei cantieri analizzati (Foto di Nicola Baldessari)

Cippatrice trainata

I costi fissi e variabili, divisi per anno, sono risultati i seguenti. In seguito sono state modificate le ore di lavoro effettive, di seguito inserite solo tenendo in considerazione 400 ore di lavoro effettive:

Tabella 11: costi anno 2019, con 400 ore di lavoro effettive annue

2019	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	24.000,00
	Interessi (€/anno)	9.600,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	15.360,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	122,40
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	23,25
	Carburante (€/ora)	45,60
	Lubrificante (€/ora)	0,50
	Manodopera (€/ora)	25,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	94,35

Tabella 12: costi anno 2020, con 400 ore di lavoro effettive annue

2020	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	24.000,00
	Interessi (€/anno)	9.600,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	15.360,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	122,40
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	23,25
	Carburante (€/ora)	36,80
	Lubrificante (€/ora)	0,52
	Manodopera (€/ora)	27,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	87,57

Tabella 13: costi anno 2021, con 400 ore di lavoro effettive annue

2021	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	24.000,00
	Interessi (€/anno)	9.600,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	15.360,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	122,40
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	23,25
	Carburante (€/ora)	44,80
	Lubrificante (€/ora)	0,64
	Manodopera (€/ora)	30,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	98,69

Tabella 14: costi anno 2022, con 400 ore di lavoro effettive annue

2021	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	24.000,00
	Interessi (€/anno)	9.600,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	15.360,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	122,40
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	23,25
	Carburante (€/ora)	68,00
	Lubrificante (€/ora)	0,69
	Manodopera (€/ora)	32,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	123,94

Cippatrice su autocarro

I costi fissi e variabili, divisi per anno, sono risultati i seguenti. In seguito sono state modificate le ore di lavoro effettive, di seguito inserite solo tenendo in considerazione 400 ore di lavoro effettive:

Tabella 15: costi anno 2019 cippatrice su autocarro, con 400 ore di lavoro effettive annue

2019	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	13.600,00
	Interessi (€/anno)	5.440,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	8.704,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	69,36
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	15,45
	Carburante (€/ora)	51,52
	Lubrificante (€/ora)	0,92
	Manodopera (€/ora)	18,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	85,89

Tabella 16: costi anno 2020 cippatrice su autocarro, con 400 ore di lavoro effettive annue

2020	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	13.600,00
	Interessi (€/anno)	5.440,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	8.704,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	69,36
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	15,45
	Carburante (€/ora)	44,85
	Lubrificante (€/ora)	0,87
	Manodopera (€/ora)	18,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	79,17

Tabella 17: costi anno 2021 cippatrice su autocarro, con 400 ore di lavoro effettive annue

2021	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	13.600,00
	Interessi (€/anno)	5.440,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	8.704,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	69,36
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	15,45
	Carburante (€/ora)	51,98
	Lubrificante (€/ora)	0,68
	Manodopera (€/ora)	18,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	86,11

Tabella 18: costi anno 2022 cippatrice su autocarro, con 400 ore di lavoro effettive annue

2022	Costi fissi	
	Ammortamento (€/anno)	13.600,00
	Interessi (€/anno)	5.440,00
	Tasse, assicur., riposo (€/anno)	8.704,00
	Costi fissi per ora lorda (€/ora)	69,36
	Costi variabili	
	Riparazioni e manutenzione (€/ora)	15,45
	Carburante (€/ora)	67,85
	Lubrificante (€/ora)	0,76
	Manodopera (€/ora)	18,00
	Costi variabili per ora lorda (€/ora)	102,06

2.3 Costo cantiere

2.3.1 Individuazione dei cantieri tipo in Val di Non

Nell'area in cui lavoro e quindi in una situazione di montagna, la gestione dei residui forestali nei cantieri è un'argomentazione molto soggetta a discussioni. Dopo l'avvento di Vaia e la problematica degli attacchi parassitari annessi, bostrico su tutti, la gestione delle ramaglie è diventata sempre più importante nella conduzione dei cantieri forestali. A questo va poi aggiunta la mancanza di persone che sistemano il bosco (nel passato tutte le famiglie raccoglievano la ramaglia, utile nell'accensione del fuoco) e i periodi sempre più lunghi senza piogge e quindi con un notevole aumento del rischio di incendio.

Vista la situazione molto attiva di gestione dei boschi con un'elevata quantità di progetti di taglio attivati e le imprese forestali che, dopo un periodo di utilizzazioni principalmente di legname schiantato, avevano bisogno di legname in piedi, ho deciso di individuare tutta la zona dell'Alta Val di Non come area oggetto di tesi e di analizzare una serie di cantieri che si sviluppano al suo interno. L'area individuata non è stata

soggetta agli schianti causati dalla tempesta Vaia, ma solo a una quantità di schianti causata dalla nevicata autunnale del 2019, che ha provocato una serie di rotture nelle piante (piante cimate) e qualche schianto vero e proprio.

Sono stati individuati un numero di 12 cantieri che variano tra loro per quantità di legname e logistica. Una parte di questi cantieri si sviluppa in modo da dover prevedere un piazzale di deposito temporaneo per l'accatastamento del cippato, mentre in due situazioni, il cippato forestale poteva essere allontanato direttamente.

In questi cantieri, dopo aver vigilato sulle modalità di esecuzione, si prendeva traccia GPS dell'area tagliata e della strada forestale utilizzata nell'allontanamento del legname e cippato.

La quantità di metri cubi di legname tagliato, variava tra i 150 m³ e i 1500 m³, in modo da avere un elevato raggio di azione e capire meglio l'influenza della quantità di m³ da destinare a cippato forestale sui costi.



Foto 3: cippatrice su autocarro in azione di caricamento di un autocarro con cassone utilizzato per il trasporto del cippato al piazzale di deposito temporaneo (Foto di Nicola Baldessari)

2.3.2 Localizzazione e descrizione

La Valle di Non si trova nel territorio di competenza della Comunità di Valle della Valle di Non, situata nella porzione centro – occidentale della Provincia di Trento. Presenta una superficie di circa 59.686 ha, con una superficie boscata di 36.426 ha (circa 60%).

I cantieri forestali inoltre, si trovano tutti nel territorio di competenza della Stazione Forestale di Fondo, confinante con la Provincia di Bolzano e che comprende diversi comuni, quali: Borgo d’Anaunia (comprende Castelfondo – Fondo – Malosco), Ronzone, Ruffrè – Mendola, Cavareno, Romeno, Don – Amblar, Dambel.

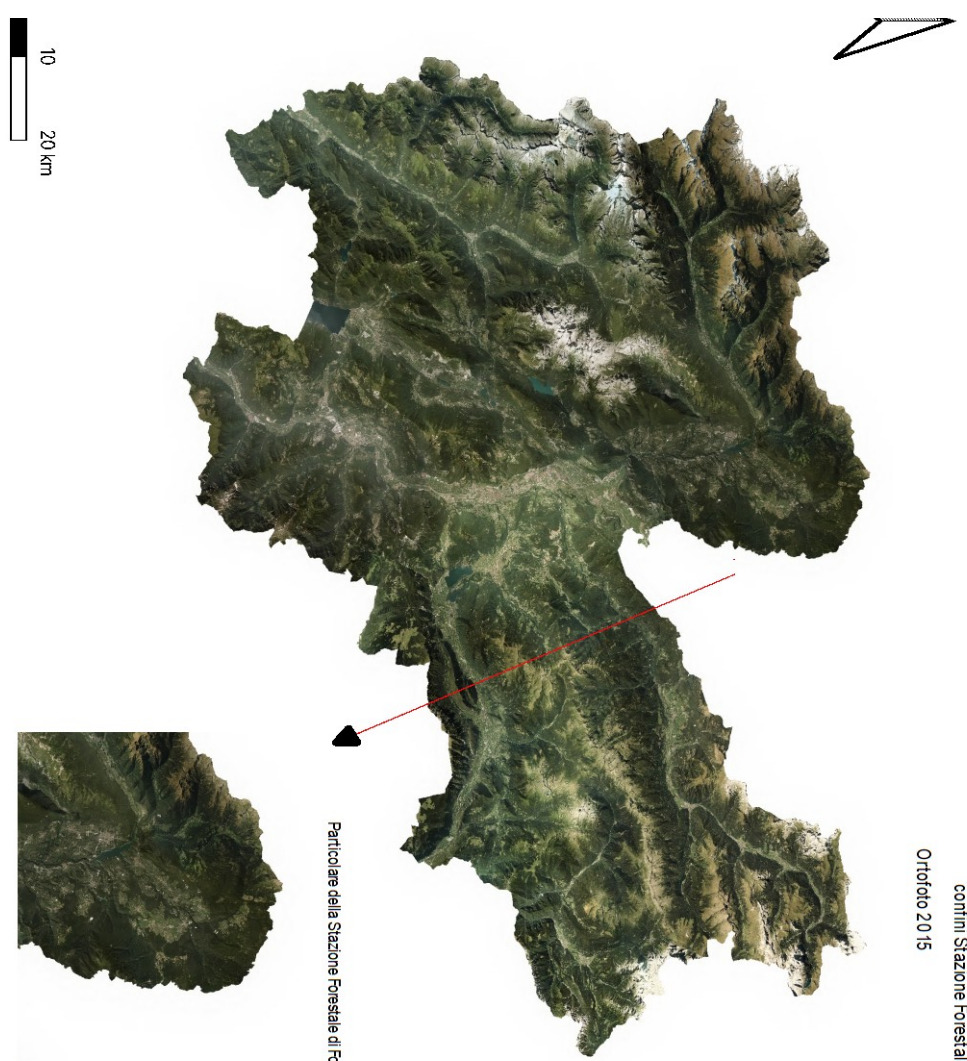


Figura 12: Trentino con confine della Stazione Forestale di Fondo (QGIS 3.10)

I cantieri forestali riguardano progetti di taglio fatti su porzioni di bosco sottoposte a taglio per diverse cause. Le cause di taglio possono essere diverse, come la presenza di schianti, piante cimate ma anche per la presenza di piante mature e stramature con RN presente nel piano sottostante. In tutti i casi comunque riguardano fustaie. Le specie principali che compongono il materiale dei vari cantieri analizzati sono Abete rosso (*Picea abies* L.), Abete bianco (*Abies alba* M.), Larice (*Larix decidua* M.) e Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.).

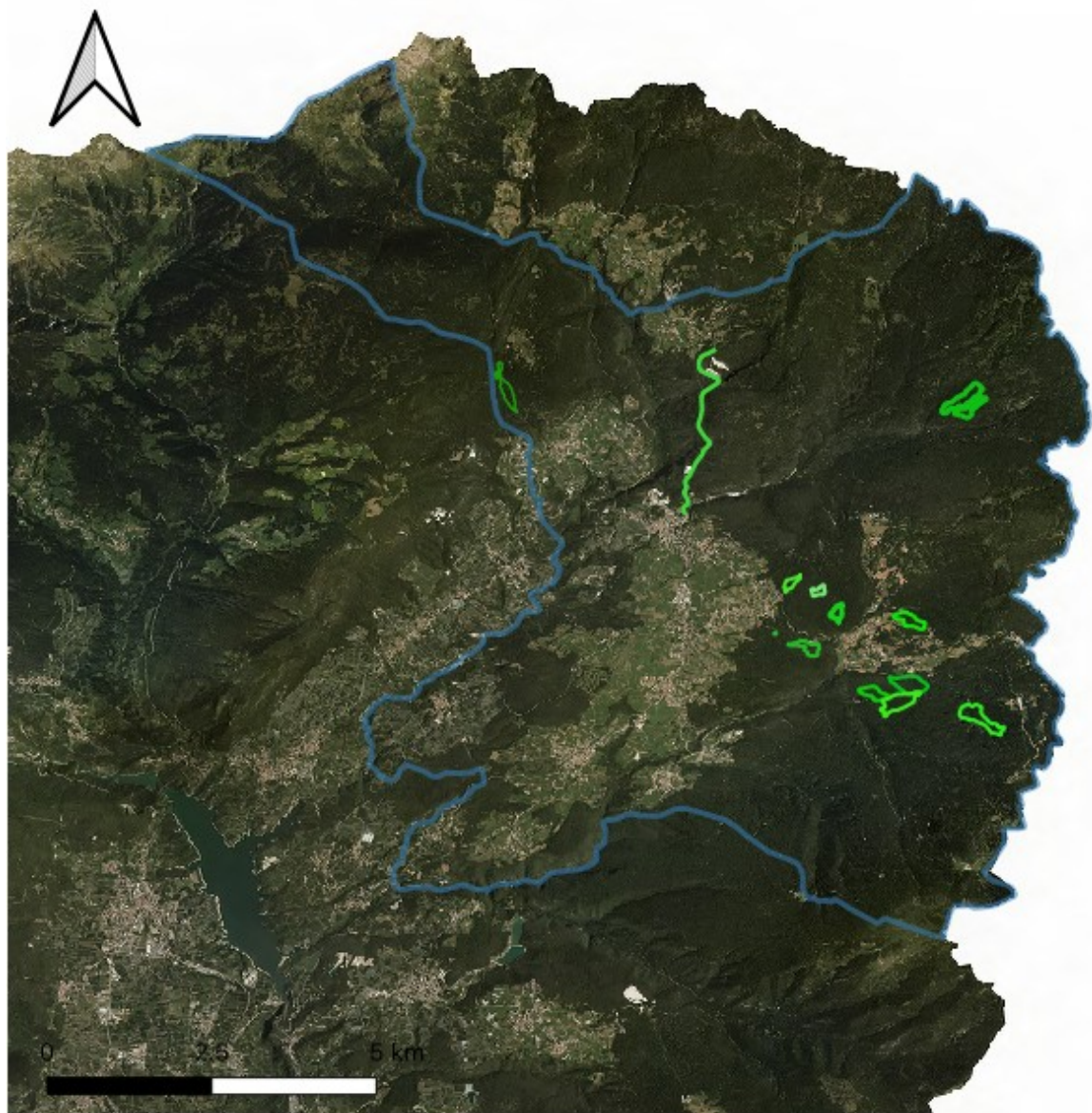


Figura 13: ortofoto con tutti i cantieri analizzati nel confine della stazione forestale di Fondo (QGIS 3.10)

I 12 cantieri si differenziano per dimensioni e quantità di metri cubi di materiale da cippare. I cantieri inoltre variano tra loro per quanto riguarda la logistica del trasporto del cippato: alcuni cantieri si servivano di depositi temporanei e autocarro con cassone scarrabile per il trasporto, con cippato caricato in seguito su autotreno per il trasporto definitivo alle centrali, mentre altri cantieri avevano la possibilità di caricare direttamente su autotreno il cippato.

A) LOTTO BOZINEL

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Cavareno (TN), ad una quota di circa 1200 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2021, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,597 km di distanza.

Tabella 19: caratteristiche lotto Bozinel

Comune	Lotto	Anno del progetto	m³ tariffari
Cavareno	Bozinel	2021	732,00 mc

Misurazione:

- totale lordo 549,32 m³
- totale netto 515,54 m³
- totale netto – corteccia 463,81 m³
- media % tarizzo 6,15 %

Dai 732,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 549,32 m³. La differenza di 182,68 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,597 km. In seguito, il cippato viene depositato su un piazzale temporaneo raggiungibile da autotreno per il trasporto alle centrali di utilizzo.

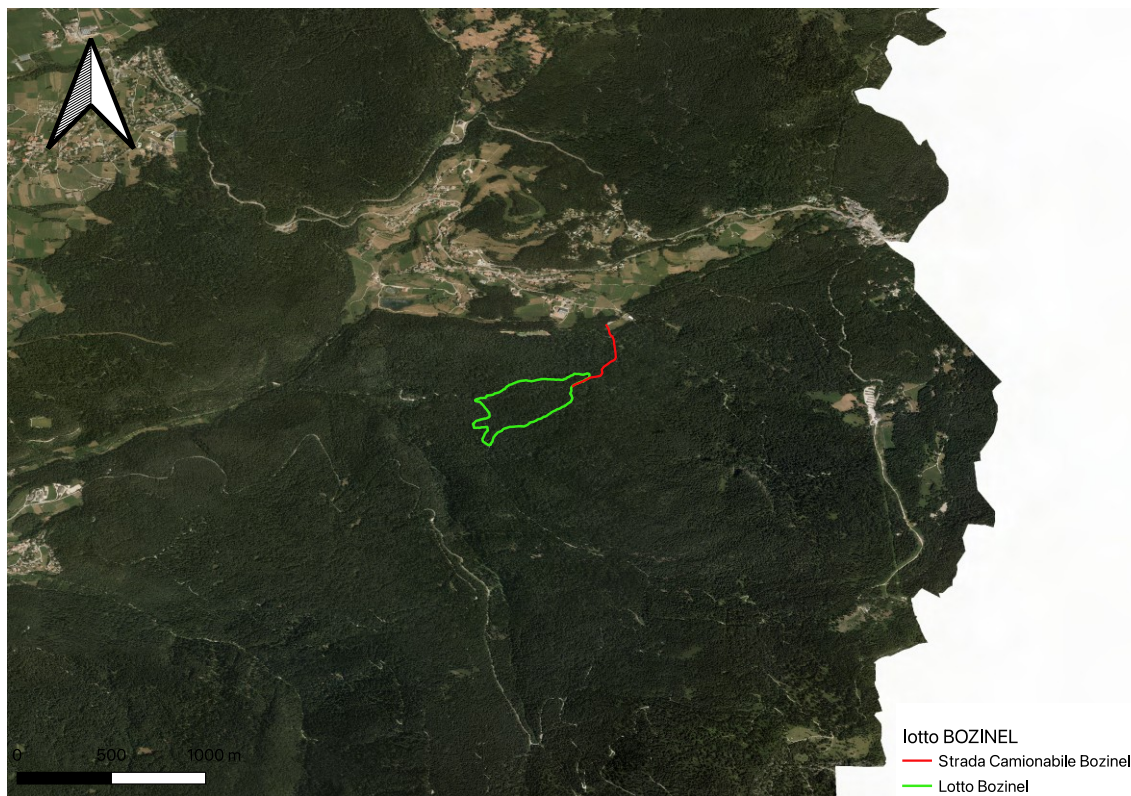


Figura 14: lotto Bozinel (QGIS 3.10)

B) LOTTO BUSE DA MALGOL

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Cavareno (TN), ad una quota di circa 1250 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito principalmente da abete rosso (*Picea abies* L.) con qualche presenza sporadica di abete bianco (*Abies alba* M.). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 2,98 km di distanza.

Tabella 20: caratteristiche lotto Busa da Malgol

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Cavareno	Busa da Malgol	2021	560,00 mc

Misurazione:

- totale lordo 405,32 m³
- totale netto 384,31 m³
- totale netto – corteccia 345,70 m³
- media % tarizzo 5,18 %

Dai 560,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 405,32 m³. La differenza di 154,68 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippata a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 2,97 km. Il cippato, dopo essere stato depositato su piazzale temporaneo, viene caricato su autotreno e trasportato alle centrali di utilizzazione.

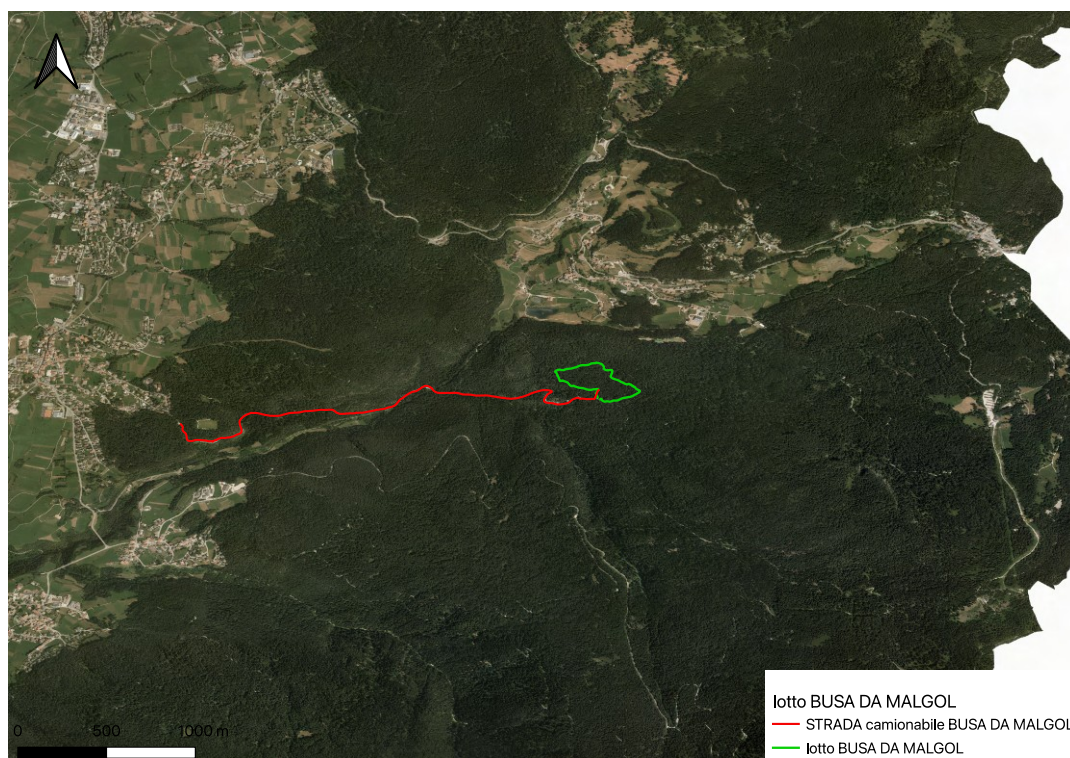


Figura 15: lotto Busa da Malgol (QGIS 3.10)

C) LOTTO SISSI WEG

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Sarnonico (TN), ad una quota di circa 1300 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2021, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,744 km di distanza.

Il lotto si sviluppa su due diversi punti: una parte ridotta posta in basso, mentre la maggior parte in alto. Per una questione logistica e di comodità di lavoro, il piazzale di deposito del materiale è stato fatto alla base della parte del lotto posto in alto. In questo modo, le piante utilizzate nella parte in basso, venivano portate intere fino al piazzale e solo in seguito lavorate (sramate e depezzate).

Tabella 21: caratteristiche lotto Sissi Weg

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Sarnonico	Sissi Weg	2021	488,00

Misurazione:

- totale lordo 425,45 m³
- totale netto – corteccia 368,32 m³
- media % tarizzo 3,81 % (corteccia 10%)

Dai 488,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 425,45 m³. La differenza di 62,55 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,744 km. Il materiale viene cippato in bosco e poi trasportato con una motrice con cassone scarrabile fino a piazzale situato a bordo della strada provinciale: solo in seguito viene caricato su autotreni e trasportato direttamente alle centrali.

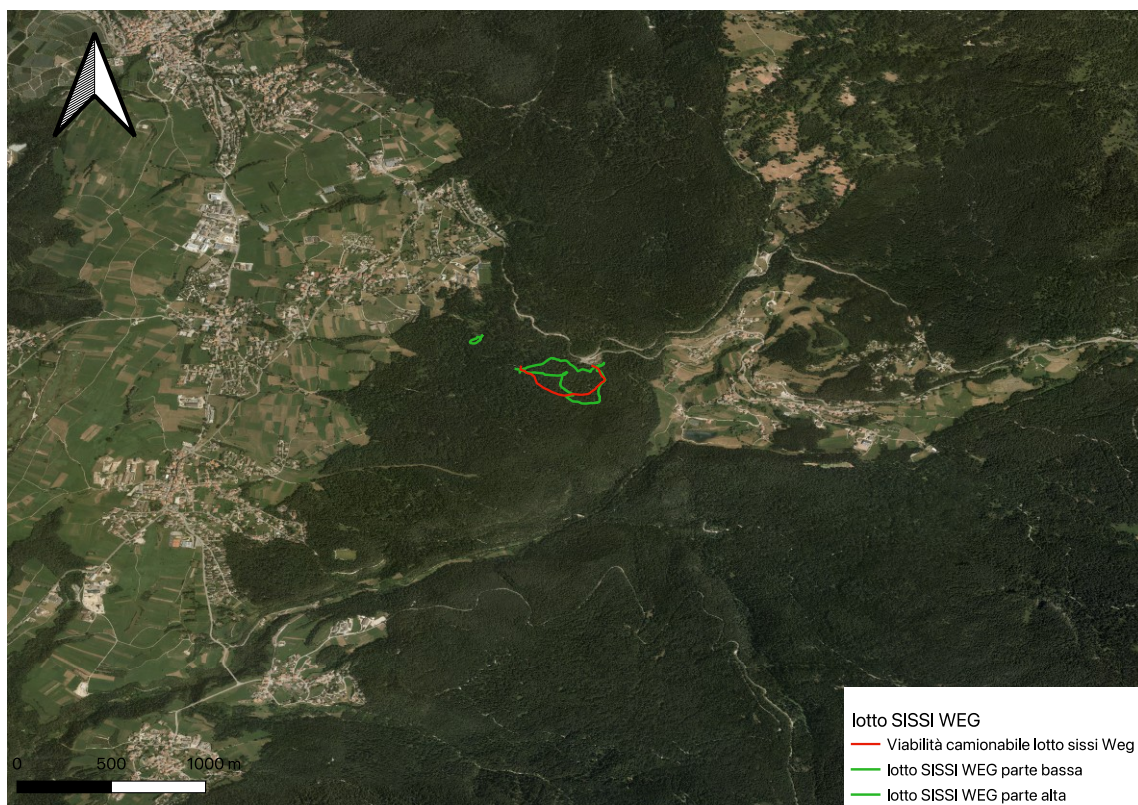


Figura 15: lotto Sissi Weg (QGIS 3.10)

D) LOTTO FODASEM:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Borgo d'Anaunia (TN), ex comune di Castelfondo, ad una quota di circa 1100 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete bianco (*Abies alba M.*) e qualche presenza di abete rosso (*Picea abies L.*) e larice (*Larix decidua M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,466 km di distanza.

Tabella 22: caratteristiche lotto Fodasem

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Castelfondo	Fodasem	2019	478,00

Misurazione:

- totale lordo 427,60 m³
- media % tarizzo 6,96 % (corteccia %)

Dai 478,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 427,6 m³. La differenza di 50,40 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippata a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,466 km. Il materiale viene cippato in bosco e poi trasportato con una motrice con cassone scarrabile fino al piazzale situato a bordo della strada provinciale. Da qui, in seguito viene caricato su autotreni e trasportato direttamente alle centrali.

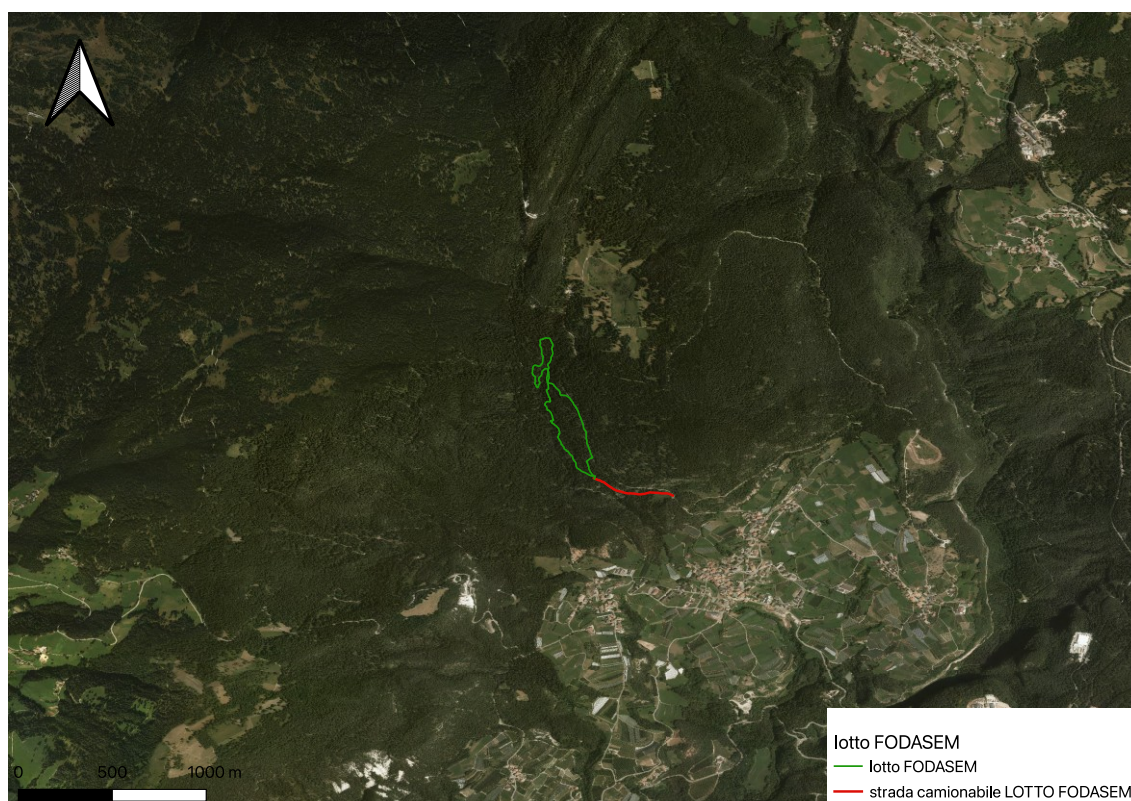


Figura 16: lotto Fodasem (QGIS 3.10)

E) LOTTO BUSA DAL GAGGIO:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Sarnonico (TN), ad una quota di circa 1250 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso

(*Picea abies* L.) e abete bianco (*Abies alba* M.). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Come possiamo vedere dalla cartina, il piazzale è stato fatto a monte del lotto, unico spazio disponibile, aumentando così la lunghezza di strada da percorrere per la matrice con cassone scarrabile. Questa scelta, seppur aumentando i costi di trasporto a piazzale di deposito intermedio, è stata l'unica possibile per far lavorare contemporaneamente la macchina cippatrice e l'autocarro adibito al trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con rimorchio scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 1,5 km di distanza.

Tabella 23: caratteristiche lotto Busa dal Gaggio

Comune	Lotto	Anno del progetto	m³ tariffari
Sarnonico	Busa del gaggio	2021	1255,00

Misurazione:

- totale lordo 995,50 m³
- totale netto 943,53 m³
- totale netto – corteccia 849,18 m³
- media % tarizzo 5,22 %

Dai 1255,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 995,50 m³. La differenza di 259,50 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 1,5 km. Il materiale viene cippato in bosco e poi trasportato con motrice con cassone scarrabile fino a piazzale situato a bordo della strada provinciale. Da qui, in seguito viene caricato su autotreni e trasportato direttamente alle centrali.

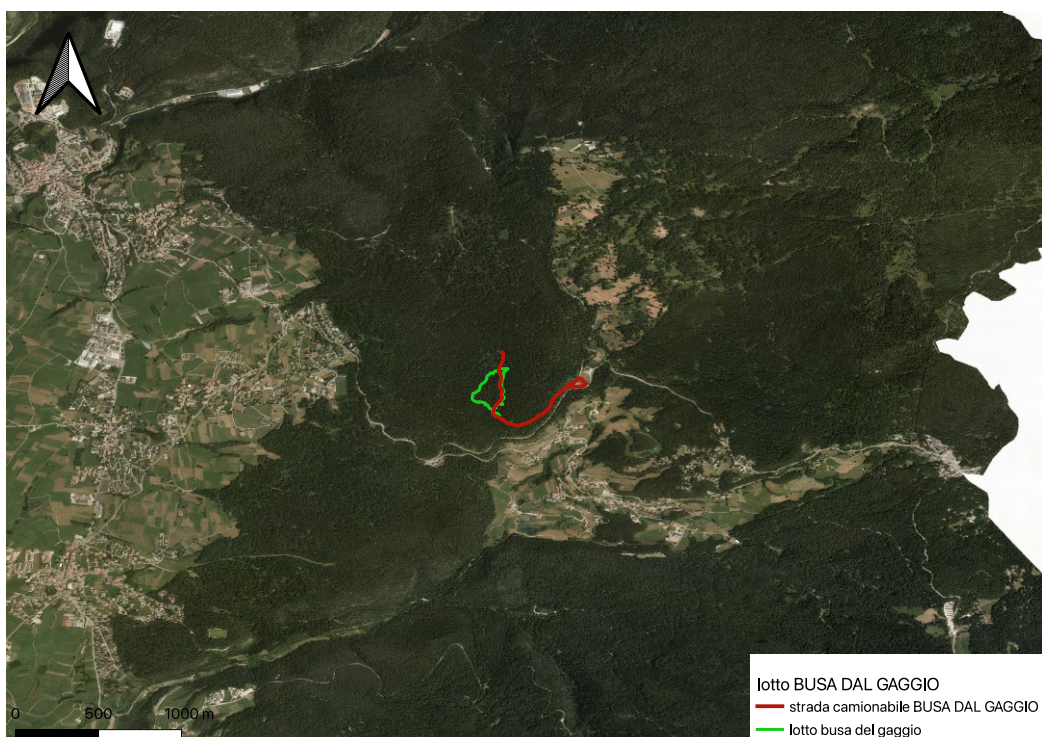


Figura 17: lotto Busa dal Gaggio (QGIS 3.10)

F) LOTTO SENTIER DEI GIAZARI:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Ronzone (TN), ad una quota di circa 1100 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,944 km di distanza.

Tabella 24: caratteristica lotto Sentier dei Giazari

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Ronzone	Sentier dei Giazari	2021	194,00

Misurazione:

- totale lordo 171,64 m³
- totale netto 167,85 m³
- totale netto – corteccia 151,07 m³
- media % tarizzo 2,21 %

Dai 194,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 171,64 m³. La differenza di 22,36 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,944 km. Il materiale viene cippato in bosco e poi trasportato con motrice con cassone scarrabile fino al piazzale temporaneo situato a bordo della strada provinciale. Da qui, in seguito viene caricato su autotreni e trasportato direttamente alle centrali.

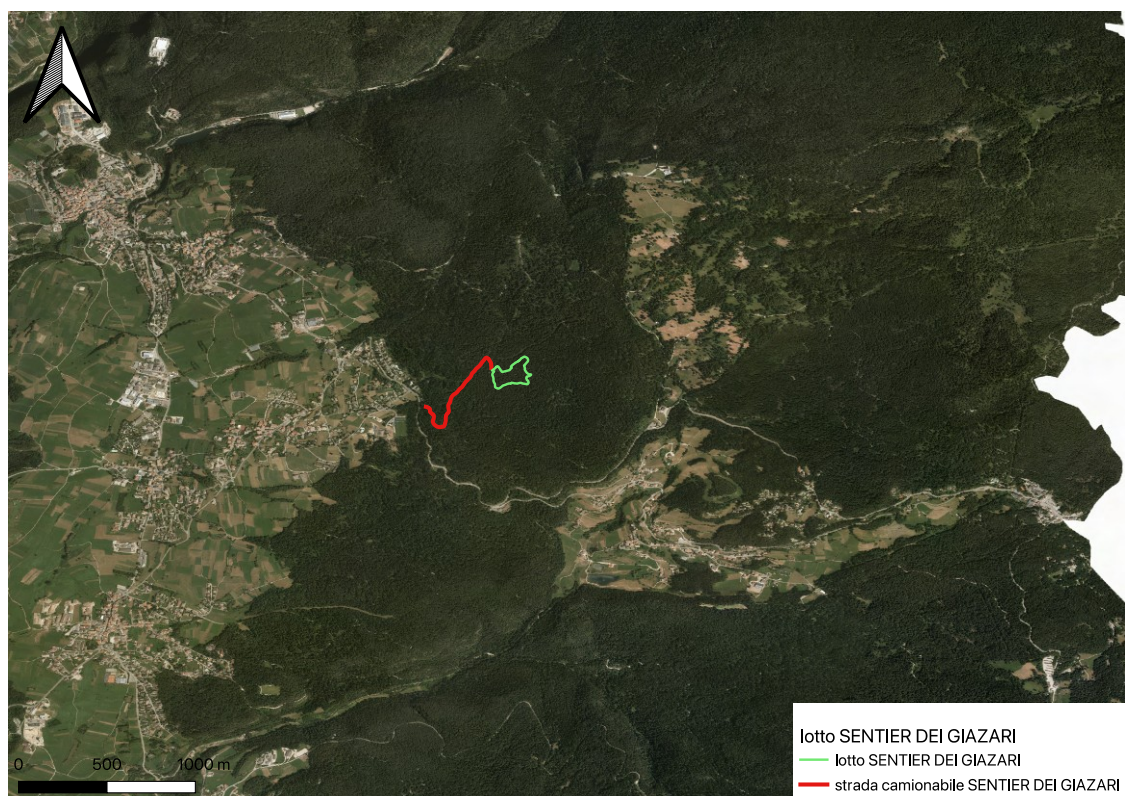


Figura 17: lotto Sentier dei Giazari (QGIS 3.10)

G) LOTTO PISTA COLERI:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Ronzone (TN), ad una quota di circa 1000 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso

(*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. La ridotta distanza dalla strada provinciale e le condizioni della strada, permettevano la lavorazione diretta della ramaglia e il deposito del cippato su autotreno, pronto direttamente per il trasporto alle centrali.

Tabella 25: caratteristiche lotto Pista Coleri

Comune	Lotto	Anno del progetto	m³ tariffari
Ronzone	Pista coleri	2021	621,00

Misurazione:

- totale lordo 565,73 m³
- totale netto 549,58 m³
- totale netto – corteccia 494,44 m³
- media % tarizzo 2,79 %

Dai 621,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 565,73 m³. La differenza di 55,27 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,100 km. Il materiale viene cippato in bosco e poi caricato direttamente su autotreno, in quanto è direttamente raggiungibile il piazzale di lavorazione. In questo modo, il materiale cippato viene direttamente trasportato alle centrali, evitando così il costo del trasporto ad un piazzale di deposito temporaneo.



Figura 18: lotto Pista Coleri (QGIS 3.10)

H) LOTTO CIAONARI:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Cavareno (TN), ad una quota di circa 1200 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,619 km di distanza.

Tabella 26: caratteristiche lotto Ciaonari

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Cavareno	Ciaonari	2021	600,00 mc

Misurazione:

- totale lordo 496,99 m³
- totale netto 488,41 m³
- totale netto – corteccia 439,57 m³
- media % tarizzo 1,73 %

Dai 600,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 496,99 m³. La differenza di 103,01 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,619 km. In seguito, il cippato viene depositato su un piazzale temporaneo raggiungibile da autotreno per il trasporto alle centrali di utilizzo.

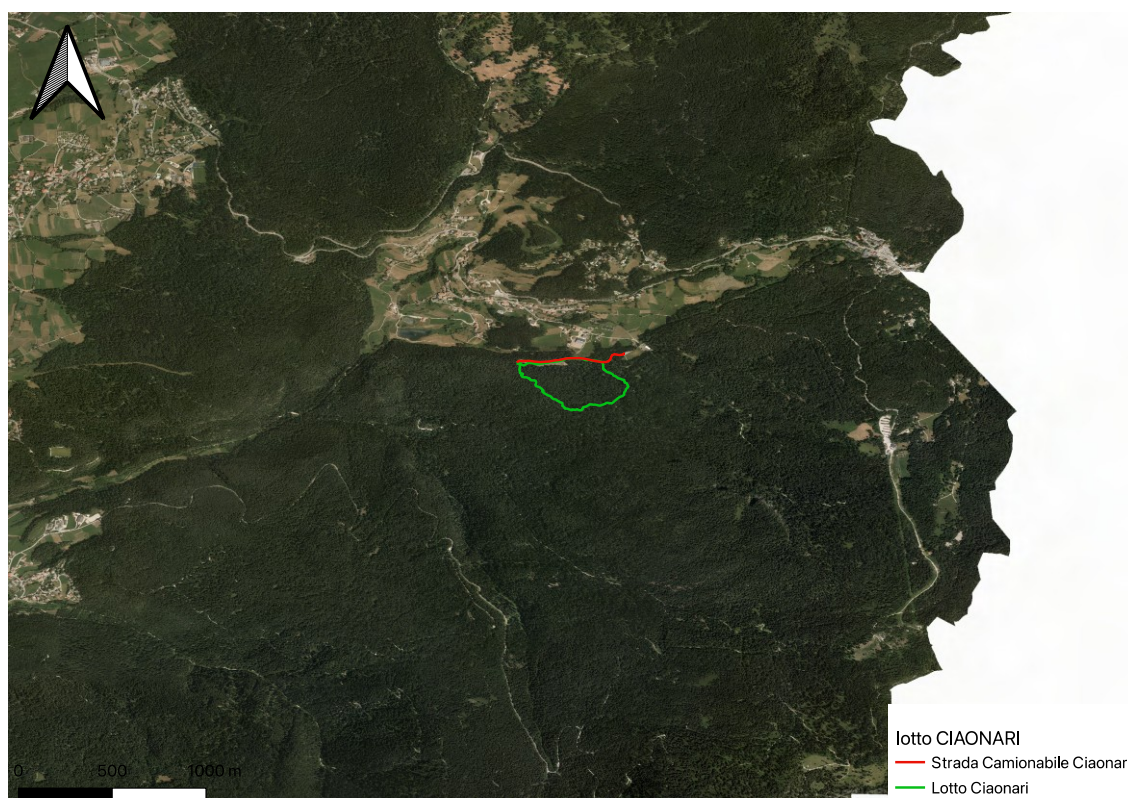


Figura 19: lotto Cionari (QGIS 3.10)

I) LOTTO AURORA DI QUARTANA:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Borgo d'Anania ex comune di Fondo (TN), ad una quota di circa 1100 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale

era costituito principalmente da abete rosso (*Picea abies L.*) e qualche abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2021, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 2,752 km di distanza.

Tabella 27: caratteristiche lotto Aurora di Quartana

Comune	Lotto	Anno del progetto	m³ tariffari
Fondo	Aurora Quartana	2018	1591,00

Misurazione:

- totale lordo 1262,84 m³
- totale netto – corteccia 1023,63 m³
- media % tarizzo 30 % botoli - 7 % tondame

Dai 1591,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 1262,84 m³. La differenza di 328,16 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 2,752 km. In seguito, il cippato viene depositato su un piazzale temporaneo raggiungibile da autotreno per il trasporto alle centrali di utilizzo.

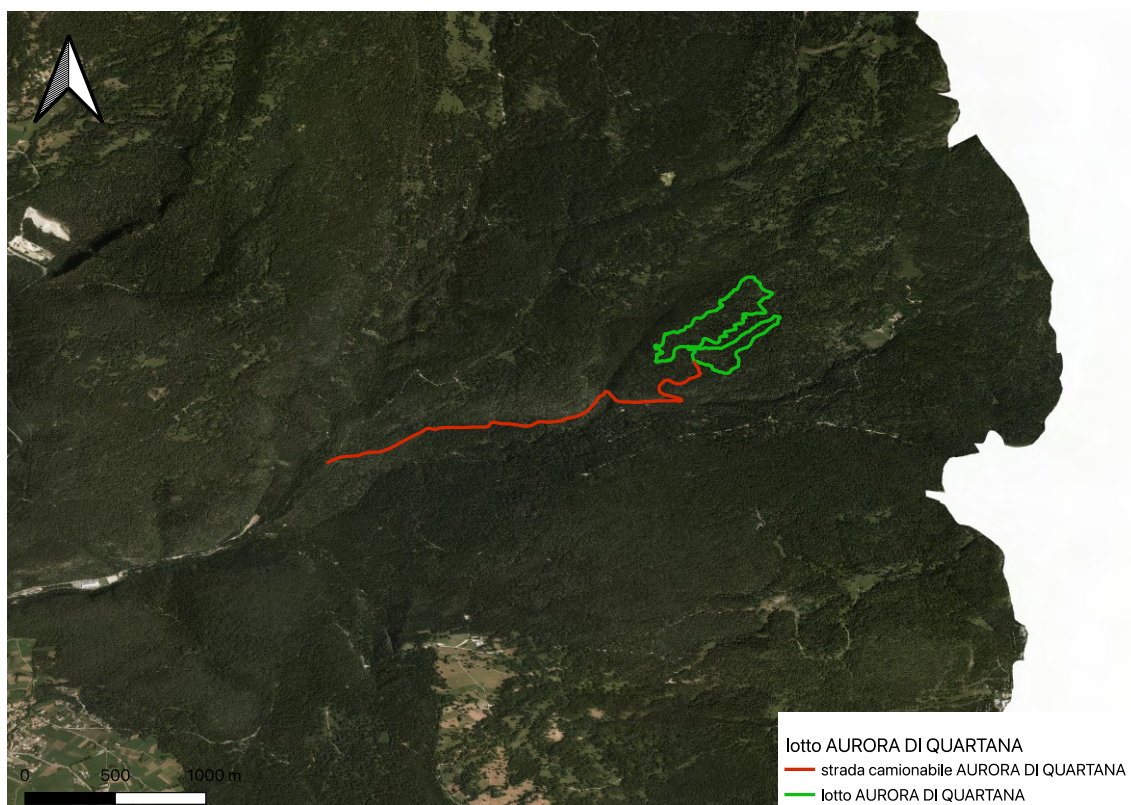


Figura 20: lotto Aurora di Quartana (QGIS 3.10)

J) LOTTO SCIARPINI - FANTI:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Ruffrè - Mendola (TN), ad una quota di circa 1250 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies L.*) e abete bianco (*Abies alba M.*). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,374 km di distanza.

Tabella 28: caratteristiche lotto Sciarpini

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Ruffrè	Sciarpini	2021	192,00

Misurazione:

- totale lordo 152 m³
- totale netto – corteccia 144,12 m³
- media % tarizzo 6,5%

Dai 192,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 152,00 m³. La differenza di 40 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,374 km. In seguito, il cippato viene depositato su un piazzale temporaneo raggiungibile da autotreno per il trasporto alle centrali di utilizzo.

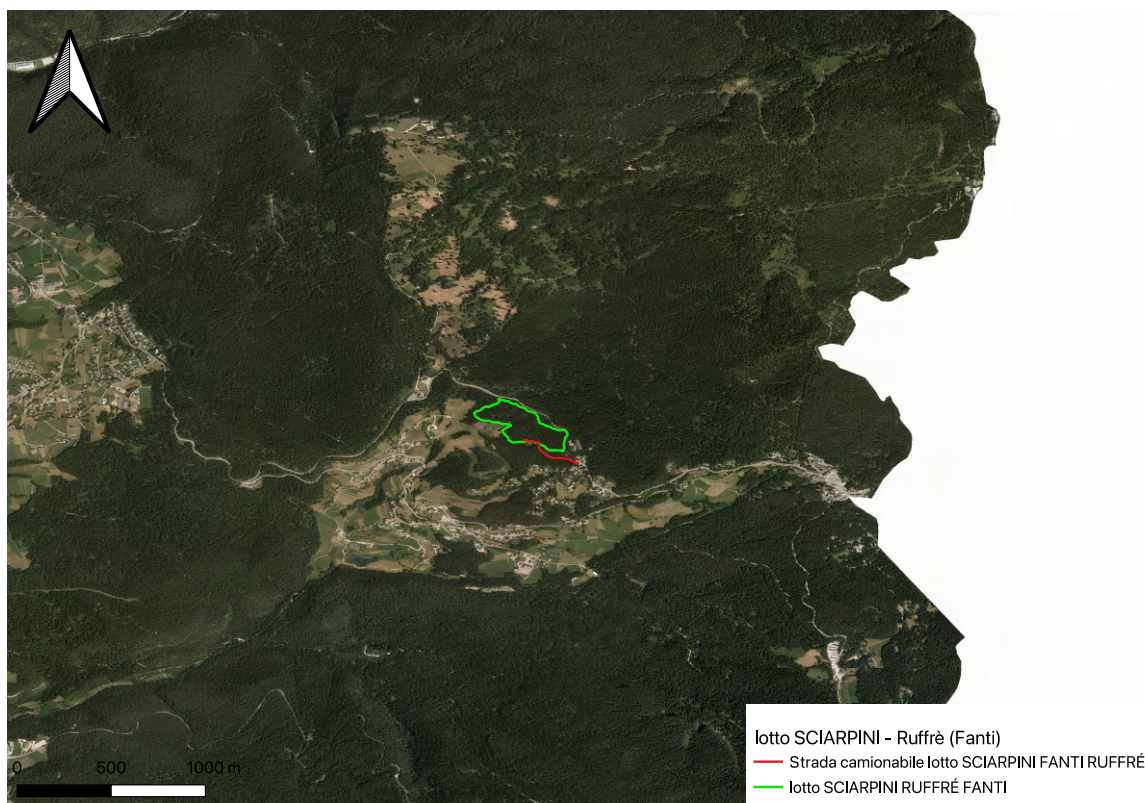


Figura 21: lotto Sciarpini – Ruffrè (QGIS 3.10)

K) LOTTO SICUREZZA STRADA PALADE:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Borgo d’Anaunia ex comune di Fondo (TN), ad una quota che varia, partendo da circa 1000 m s.l.m. fino a 1250 m s.l.m.

Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un’analisi del lotto, il materiale era costituito principalmente da pino silvestre (*Pinus sylvestris L.*) e qualche presenza di Abete rosso (*Picea abies L.*) e larice (*Larix decidua M.*).

La particolarità di questo cantiere è quella di trovarsi totalmente lungo la strada provinciale che collega l’abitato di Fondo con l’abitato di Tret: per una fascia di circa 15-20 m, sono state tagliate tutte le piante a bordo strada.

L’utilizzazione, avvenuta nel corso dell’anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su due piazzali di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Le condizioni del cantiere, permettevano la lavorazione diretta della ramaglia e il deposito del cippato su autotreno, pronto direttamente per il trasporto alle centrali.

Tabella 29: caratteristiche lotto Sicurezza strada Palade

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Fondo	Sicurezza strada palade	2020	557,00

Misurazione:

- totale lordo 350,93 m³
- media % tarizzo 30 % botoli - 7 % tondame

Dai 557,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 350,93 m³. La differenza di 206,07 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippata a piazzale e poi caricato direttamente su autotreno, in quanto è direttamente raggiungibile il piazzale di lavorazione. In questo modo, il materiale cippato viene direttamente trasportato alle centrali, evitando così il costo del trasporto ad un piazzale di deposito temporaneo.



Figura 22: lotto Sicurezza strada Palade (QGIS 3.10)

L) LOTTO SCIARPINI - LOVARE:

Il cantiere analizzato si trova nel comune di Ruffrè - Mendola (TN), ad una quota di circa 1450 m s.l.m. Il cantiere riguardava principalmente ramaglia, cimali e pezzi con difetti che non potevano essere venduti. Da un'analisi del lotto, il materiale era costituito da abete rosso (*Picea abies* L.) e abete bianco (*Abies alba* M.), con qualche presenza sporadica di larice (*Larix decidua* M.). L'utilizzazione, avvenuta nel corso dell'anno 2022, ha prodotto una quantità di materiale depositata su un piazzale di lavorazione di grandezza tale da permettere la presenza di cippatrice e autocarro per il trasporto. Il cippato prodotto, veniva caricato su una motrice con cassone scarrabile che trasportava il cippato fino ad un piazzale di deposito temporaneo posto a 0,62 km di distanza.

Tabella 30: caratteristiche lotto Sciarpini - Lovare

Comune	Lotto	Anno del progetto	m ³ tariffari
Ruffrè	Sciarpini	2021	750,00

Misurazione:

- totale lordo 652 m³
- totale netto – corteccia 579,12 m³
- media % tarizzo 14 %

Dai 750,00 m³ tariffari da progetto di taglio, sono stati misurati 652,00 m³. La differenza di 98,00 m³ è composta dai cimali, ramaglia e pezzi che presentano difetti. L'insieme di questi viene cippato a piazzale.

La viabilità è composta da strada camionabile per un totale di 0,62 km. In seguito, il cippato viene depositato su un piazzale temporaneo raggiungibile da autotreno per il trasporto alle centrali di utilizzo.

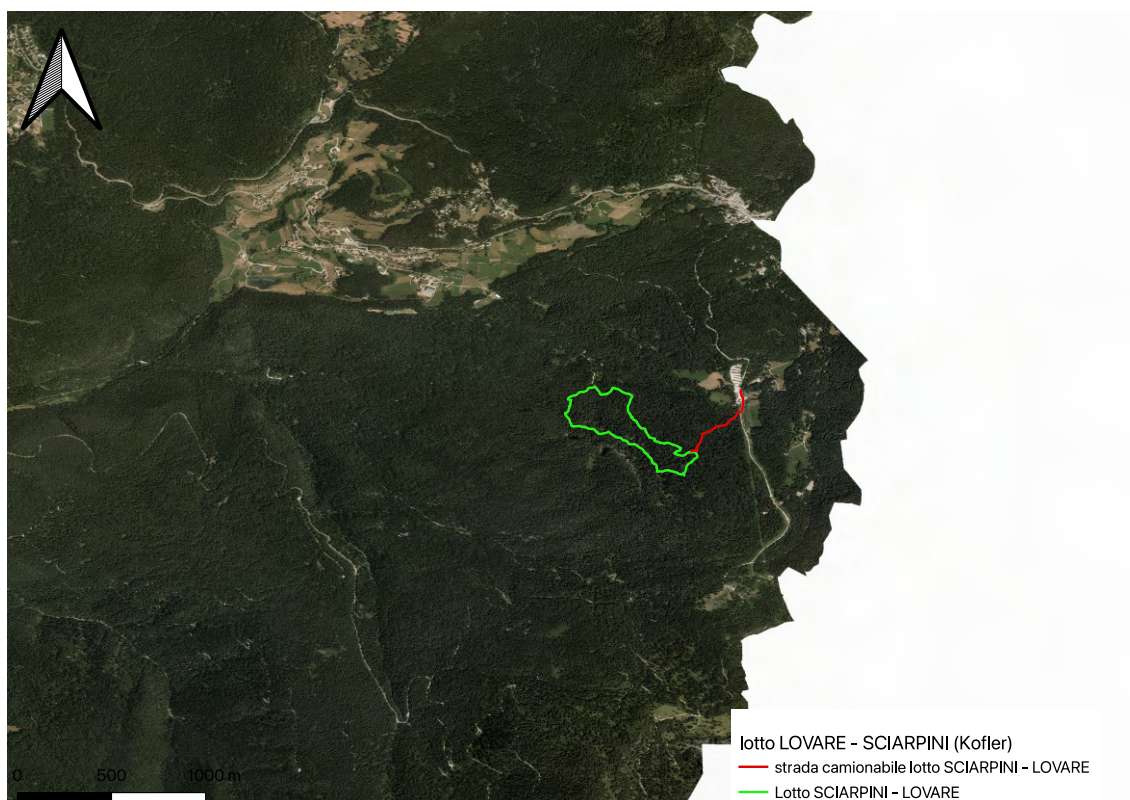


Figura 23: lotto Lovare - Sciarpini (QGIS 3.10)

2.3.3 Impostazione degli scenari

Sulla base della valutazione dei costi e dei dati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (Cadei et al. 2021), per tutti i cantieri analizzati sono state considerate l'area oggetto di cantiere e la logistica che li caratterizzava. Per il calcolo della quantità di ramaglia, cimali e pezzi destinati a cippatura è stato preso come dato di riferimento la quantità di metri cubi tariffari presunti dal progetto di taglio e la differenza con i metri cubi misurati a fine utilizzazione.

A fine utilizzazione il valore uscente dal verbale di misurazione, quindi tutta la quantità di legname misurata dal custode forestale di zona e destinata ad individuare la quantità che la ditta deve pagare al Comune o ASUC, è stato usato come fede per la differenza e quindi per determinare la quantità oggetto di cippatura. Dai metri cubi uscenti, sono stati poi determinati i metri steri di cippato utilizzando il coefficiente di conversione: il valore è stato moltiplicato per il coefficiente 2.8.

Tabella 31: Riepilogo del volume destinabile alla cippatura per ciascun cantiere studio e conversione in volume sterico di cippato

Cantiere studio	Volume di biomassa forestale residuale	Volume cippato ritraibile
	m ³	m ³ steri
BOZINEL	182,68	511,50
BUSE DA MALGOL	154,68	433,10
SISSI WEG	62,55	175,14
FODASEM	50,4	141,12
BUSA DAL GAGGIO	259,5	726,60
SENTIER DEI GIAZARI	22,36	62,61
PISTA COLERI	55,27	154,76
CIAONARI	103,01	288,43
AURORA DI QUARTANA	328,16	918,85
SCIARPINI (Fanti)	40,00	112,00
SICUREZZA STRADA PALADE	206,07	577,00
SCIARPINI - LOVARE	98,00	274,40

In seguito, per tutti i cantieri è stata misurata la logistica e studiato il modo in cui l'operazione di cippatura avveniva. In due cantieri, il cippato è stato caricato direttamente su autotreno e destinato alle centrali mentre negli altri dieci è stato necessario individuare un piazzale di deposito temporaneo e quindi trasportare attraverso autocarri con rimorchio scarrabile il cippato dalla zona di cippatura alla zona di deposito.

Tabella 32: logistica e lunghezza in km per i cantieri analizzati

Cantiere studio	Trasporto cippato
	km
BOZINEL	0,60
BUSE DA MALGOL	2,97
SISSI WEG	0,74
FODASEM	0,47
BUSA DAL GAGGIO	1,50
SENTIER DEI GIAZARI	0,94
PISTA COLERI	Cippato direttamente su autotreno
CIAONARI	0,62
AURORA DI QUARTANA	2,75
SCIARPINI (Fanti)	0,37
SICUREZZA STRADA PALADE	Cippato direttamente su autotreno
SCIARPINI - LOVARE	0,62

A questo punto, sulla base dei dati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), è stato calcolato il tempo di cippatura fissando due quantità, una netta a 55 mst/h e una lorda a 78 mst/h; è stata calcolata la CO₂ eq prodotta per la cippatura e per il trasporto: per la cippatura è stata fissata una quantità prodotta a 2,114 kg/mst mentre per il trasporto a 1,038 kg/mst.

Importante ai fini della valutazione dell'incremento di costo provocato dall'aumento del prezzo del gasolio, la quantità di litri consumati sia dall'operazione di cippatura che dal trasporto. Per la cippatura il dato utilizzato è stato di 0,66 l/mst mentre per il trasporto 0,518 l/km. Sulla base dei dati calcolati, sono stati ipotizzati i valori di costo dal 2019 al 2022 con i dati forniti dalle imprese forestali del prezzo del gasolio.

2.3.4 Valutazione dei costi dal 2019 al 2022

Per quanto riguarda la valutazione dei costi dei cantieri usati come casi studio reali, grazie ai valori determinati nei capitoli precedenti, è stato possibile ipotizzare la variazione dei costi dal 2019 al 2022 all'interno dello stesso cantiere. Questa operazione è stata fatta ipotizzando un'operazione di cippatura con la macchina cippatrice trainata e con la macchina cippatrice su autocarro. Il valore del prezzo del gasolio è stata l'unica variante, andando quindi a modificare poi il valore finale di costo di cippatura.

In seguito sono stati calcolati i costi relativi al trasporto, analizzando dettagliatamente i cantieri dal punto di vista logistico e dal punto di vista delle operazioni di cippatura. In due cantieri il cippato veniva caricato direttamente su autotreno, mentre negli altri 10 era opportuno individuare un piazzale di deposito temporaneo.

Per ogni anno, all'interno del foglio di lavoro, sono stati calcolati i costi di cippatura e di trasporto modificando la voce di costo del gasolio in base alle informazioni fornite dalle imprese forestali. Sono stati calcolati altri parametri, grazie ai dati estrapolati dal progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), come il tempo di cippatura (variando tra cippatura netta e cippatura lorda), la quantità di CO₂ eq. prodotta dall'operazione di cippatura e dal trasporto.

I valori del gasolio utilizzati per l'operazione di cippatura sono stati i seguenti:

- **cippatrice trainata**

Tabella 33: variazione costo gasolio cippatrice trainata

2019	2020	2021	2022
1,16 €/l	0,93 €/l	1,12 €/l	1,97 €/l

- **cippatrice su autocarro**

Tabella 34: variazione costo gasolio cippatrice su autocarro

2019	2020	2021	2022
1,13 €/l	0,97 €/l	1,13 €/l	1,47 €/l

Per quanto riguarda il costo del gasolio relativo al trasporto i valori utilizzati nel periodo 2019 – 2022 sono stati:

Tabella 35: variazione costo gasolio trasporto cippato

2019	2020	2021	2022
1,16 €/l	0,93 €/l	1,12 €/l	1,67 €/l

3. RISULTATI

3.1 Andamento dei costi macchina nel periodo 2019-2022

Sulla base dei dati esposti nei capitoli precedenti, l'andamento dei costi macchina sono risultati molto sensibili all'aumento del prezzo delle materie prime e al variare delle ore di utilizzo annue. In seguito, vengono mostrati i grafici che sono stati divisi in base alla tipologia di macchina, all'anno e alle ore di lavoro.

Cippatrice trainata

Il modello in esame utilizzato per la determinazione dei costi sulla base dei dati forniti dall'impresa forestale è stata la macchina WUST HACKER KPC – 12. Questa tipologia di macchinario è un modello di cippatrice trainato, che viene utilizzato nella gestione dei residui dei cantieri forestali.

In base all'anno di riferimento, il valore del costo orario lordo è risultato il seguente:

Tabella 36: variazione costo orario lordo cippatrice trainata

Costo orario lordo (€/h)	Lavoro annuo (h)			
Anno	400	800	1200	1600
2019	216,7	155,5	135,1	124,9
2020	210	148,8	128,4	118,2
2021	221,1	159,9	139,5	129,3
2022	246,3	185,1	164,7	154,5

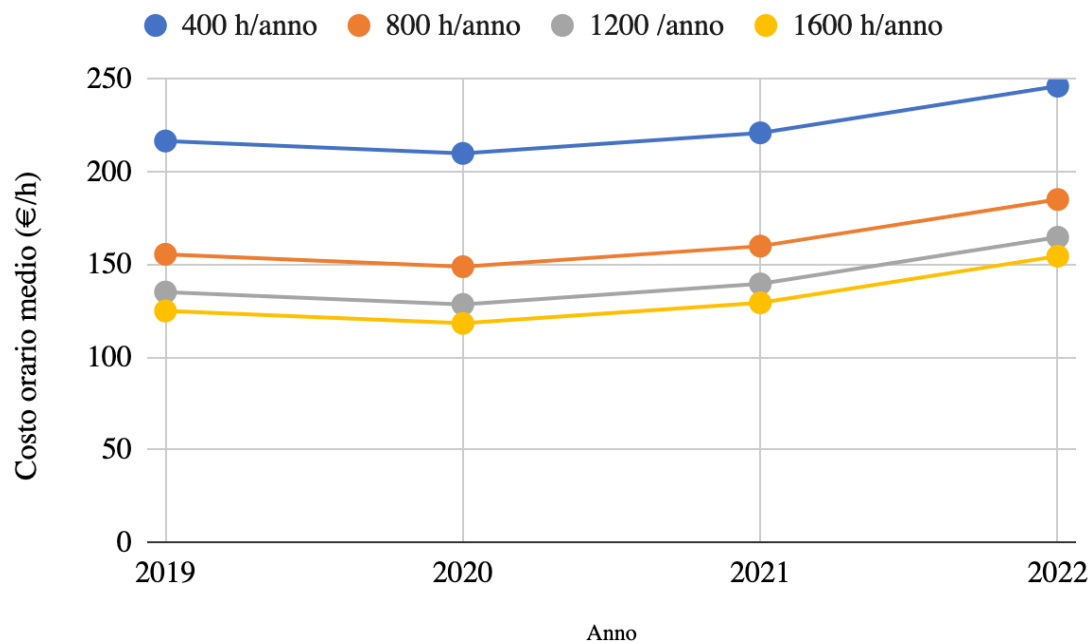


Grafico 1: variazione costo orario lordo cippatrice trainata in linee

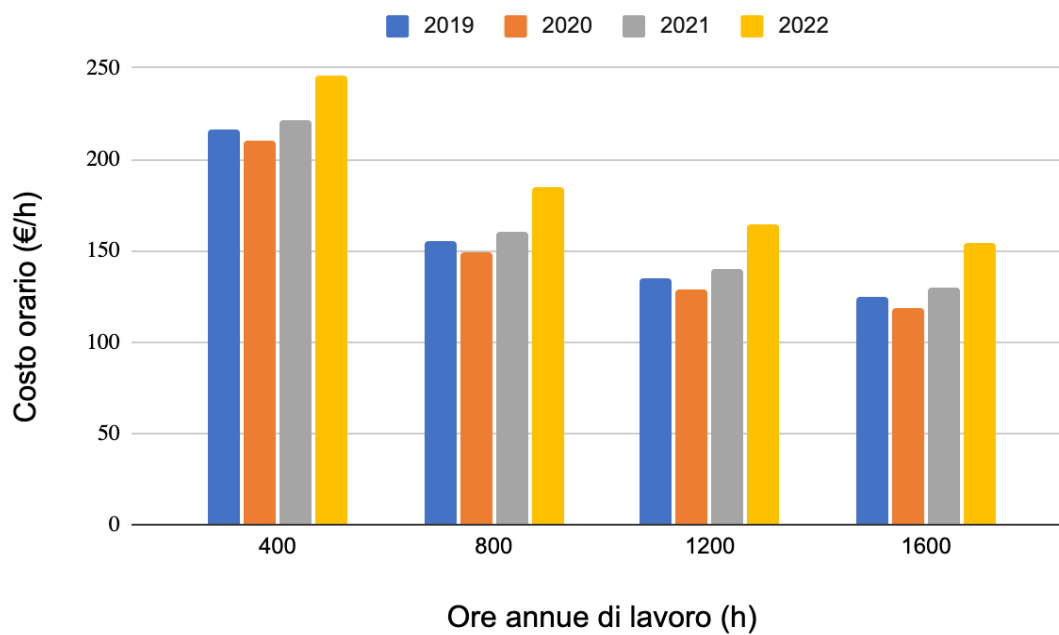


Grafico 2: variazione costo orario lordo cippatrice trainata in colonne

Cippatrice su autocarro

Il modello in esame utilizzato per la determinazione dei costi sulla base dei dati forniti dall'impresa forestale è stata la macchina CHIPPER TRUKS mod. MUS MAX WT 10 XL. Questa tipologia di macchina è un modello di cippatrice su autocarro, che viene utilizzato nella gestione dei residui dei cantieri forestali.

In base all'anno di riferimento, il valore del costo orario lordo è risultato il seguente:

Tabella 37: variazione costo orario lordo cippatrice su autocarro

Costo orario lordo (€/h)	Lavoro annuo (h)			
Anno	400	800	1200	1600
2019	155,30	120,60	109,00	103,20
2020	148,50	113,90	102,30	96,50
2021	155,50	120,80	109,20	103,50
2022	171,40	136,70	125,20	119,40

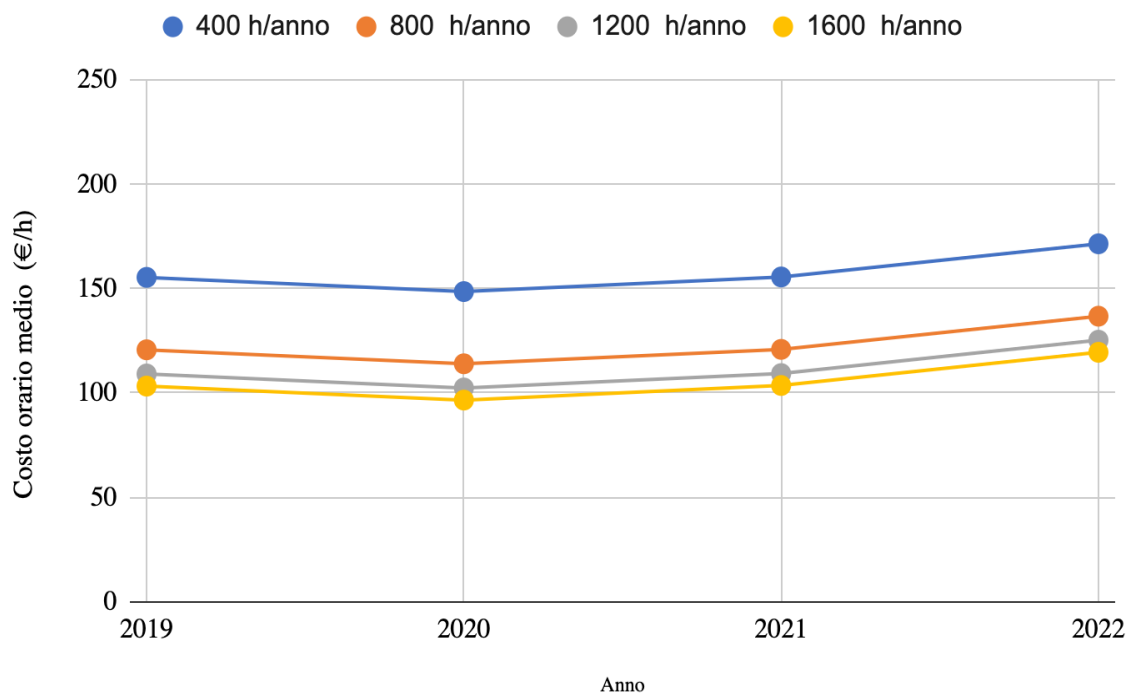


Grafico 3: variazione costo orario medio cippatrice su autocarro in linee

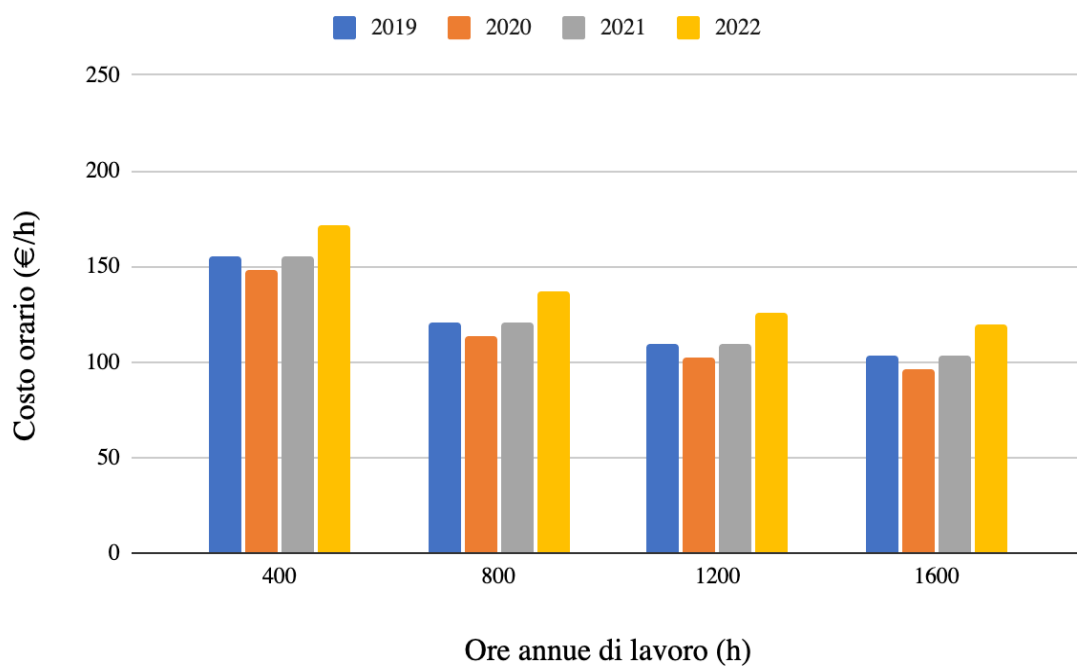


Grafico 4: variazione costo orario lordo cippatrice su autocarro in colonne

3.2 Andamento dei costi cantiere nel periodo 2019-2022

Sulla base dei dati esposti nel capitolo precedente riferito all'andamento dei costi nei cantieri, i valori uscenti calcolati sono risultati molto sensibili all'aumento del prezzo delle materie prime. In seguito, vengono mostrati i grafici che sono stati divisi in base alla tipologia di macchina utilizzata, alla logistica del cantiere, alla quantità di CO₂ eq. prodotta dalla lavorazione di cippatura e dal trasporto.

Variazione costi cippatura con cippatrice trainata

Sulla base del modello di macchina cippatrice trainata utilizzata per l'operazione di cippatura, calcolando un consumo di 0,66 l/mst, i valori di costo calcolati nei diversi cantieri reali in relazione all'anno di riferimento e al costo delle materie prime sono i seguenti:

Tabella 38: variazione costi complessivi di cippatura relativamente al gasolio (caso cippatrice trainata)

	Costo medio annuo acquisto gasolio			
Anno	2019	2020	2021	2022
Costo medio	1,16 €/l	0,93 €/l	1,12 €/l	1,67 €/l
Bozinel	391,61	313,96	378,10	563,78
Buse da Malgol	331,58	265,84	320,15	477,37
Sissi Weg	134,09	107,50	129,46	193,04
Fodasem	108,04	86,62	104,32	155,54
Busa dal Gaggio	556,28	445,99	537,10	800,86
Sentier dei Giazari	47,93	38,43	46,28	69,01
Pista coleri	118,48	94,99	114,40	170,57
Ciaonari	220,82	177,04	213,21	317,91
Aurora di Quartana	703,47	563,99	679,21	1012,75
Sciarpini (Fanti)	85,75	68,75	82,79	123,45
Sicurezza strada Palade	441,75	354,16	426,52	635,96
Sciarpini - Lovare	210,08	168,43	202,84	302,44

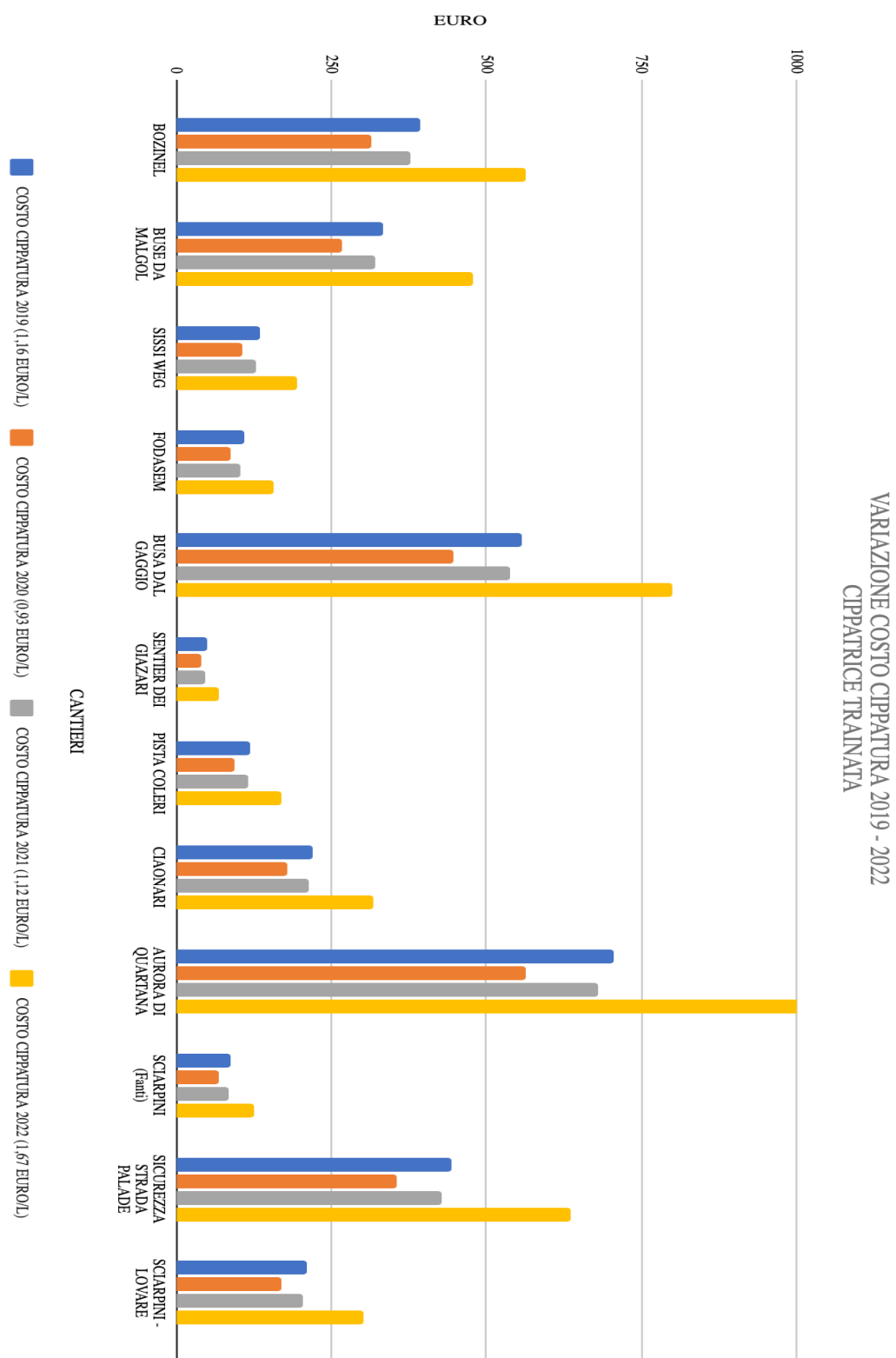


Grafico 5: variazione costo cippatura 2019 - 2022 cippatrice trainata, consumo 0,66 l/mst

Variazione costi cippatura con cippatrice su autocarro

Sulla base del modello di macchina cippatrice su autocarro utilizzata per l'operazione di cippatura, calcolando un consumo di 0,66 l/mst, i valori di costo calcolati nei diversi cantieri reali in relazione all'anno di riferimento e al costo delle materie prime sono i seguenti:

Tabella 39: variazione costi complessivi di cippatura (caso cippatrice allestita su autocarro)

	Costo medio annuo acquisto gasolio			
Anno	2019	2020	2021	2022
Costo medio	1,13 €/l	0,97 €/l	1,13 €/l	1,47 €/l
Bozinel	381,48	327,46	381,48	496,26
Buse da Malgol	323,01	277,27	323,01	420,20
Sissi Weg	130,62	112,12	130,62	169,92
Fodasem	105,25	90,35	105,25	136,91
Busa dal Gaggio	541,90	465,17	541,90	704,95
Sentier dei Giazari	46,69	40,08	46,69	60,74
Pista coleri	115,42	99,07	115,42	150,14
Ciaonari	215,11	184,65	215,11	279,83
Aurora di Quartana	685,28	588,25	685,28	891,47
Sciarpini (Fanti)	83,53	71,70	83,53	108,66
Sicurezza strada Palade	430,32	369,39	430,32	559,80
Sciarpini - Lovare	204,65	175,67	204,65	266,22

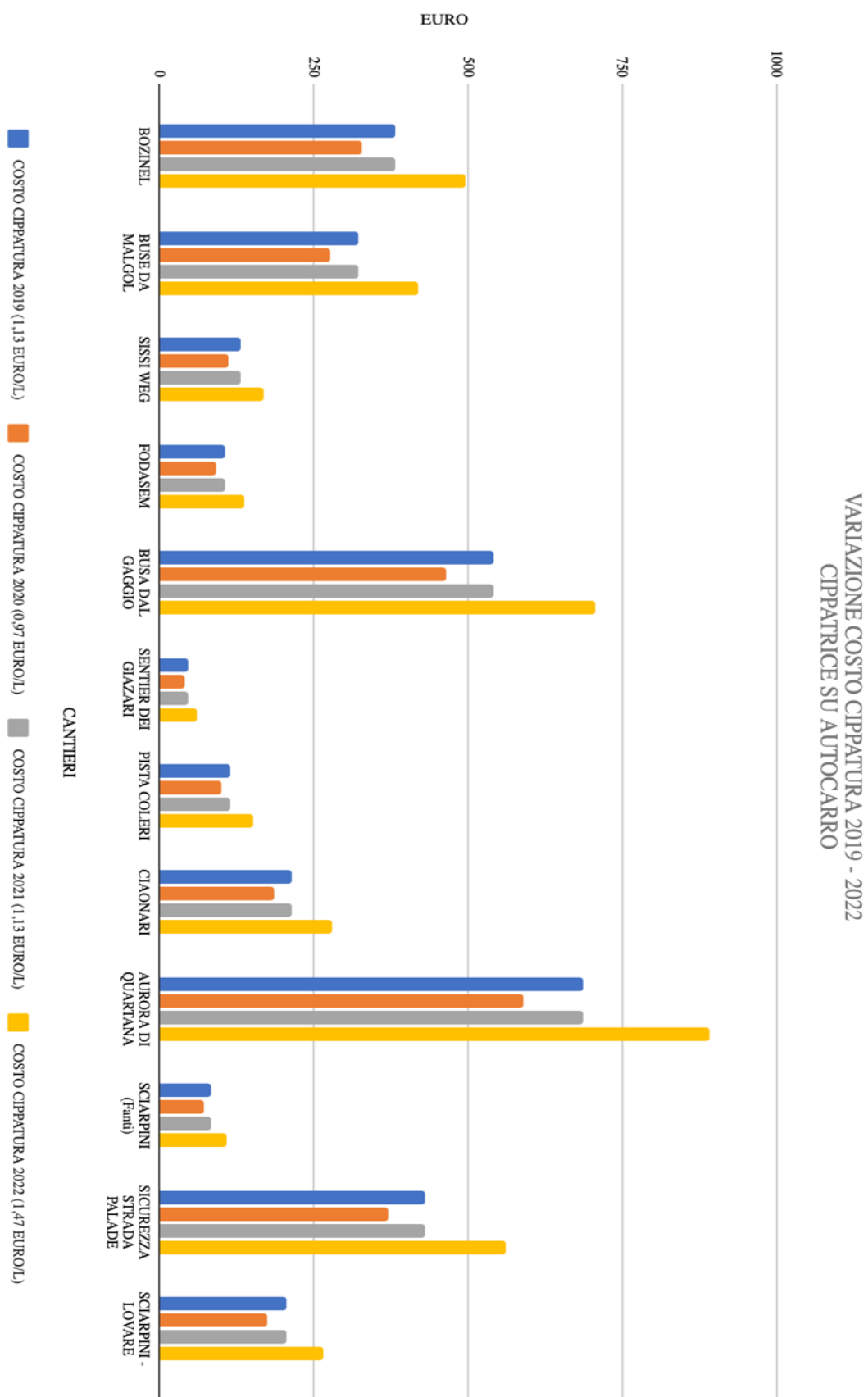


Grafico 6: variazione costo cippatura 2019-2022 cippatrice su autocarro, consumo 0,66 l/mst

Variazione costi di trasporto

In base alla logistica del cantiere e quindi alla posizione di lavoro della macchina cippatrice e alla presenza di eventuali piazzali di deposito temporanei, calcolando un consumo di 0,518 l/km, sui cantieri analizzati sono stati calcolati i seguenti costi di trasporti divisi in base all'anno di riferimento e al costo delle materie prime. In due cantieri, "Sicurezza strada Palade" e "Pista coleri", i valori del costo di trasporto sono risultati pari a zero, poiché il cippato forestale poteva essere caricato direttamente su autotreno per essere trasportato alle centrali di utilizzo. I valori calcolati sono risultati i seguenti:

Tabella 40: variazione costi trasporto in termini di € al m³ stero

	Costo medio annuo acquisto gasolio			
Anno	2019	2020	2021	2022
Costo medio	1,13 €/l	0,93 €/l	1,12 €/l	1,67 €/l
Bozinel	0,36	0,29	0,35	0,52
Buse da Malgol	1,78	1,43	1,72	2,57
Sissi Weg	0,45	0,36	0,43	0,64
Fodasem	0,28	0,22	0,27	0,40
Busa dal Gaggio	0,90	0,72	0,87	1,30
Sentier dei Giazari	0,57	0,45	0,55	0,82
Pista coleri	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciaonari	0,37	0,30	0,36	0,54
Aurora di Quartana	1,65	1,33	1,60	2,38
Sciarpini (Fanti)	0,22	0,18	0,22	0,32
Sicurezza strada Palade	0,00	0,00	0,00	0,00
Sciarpini - Lovare	0,37	0,30	0,36	0,54

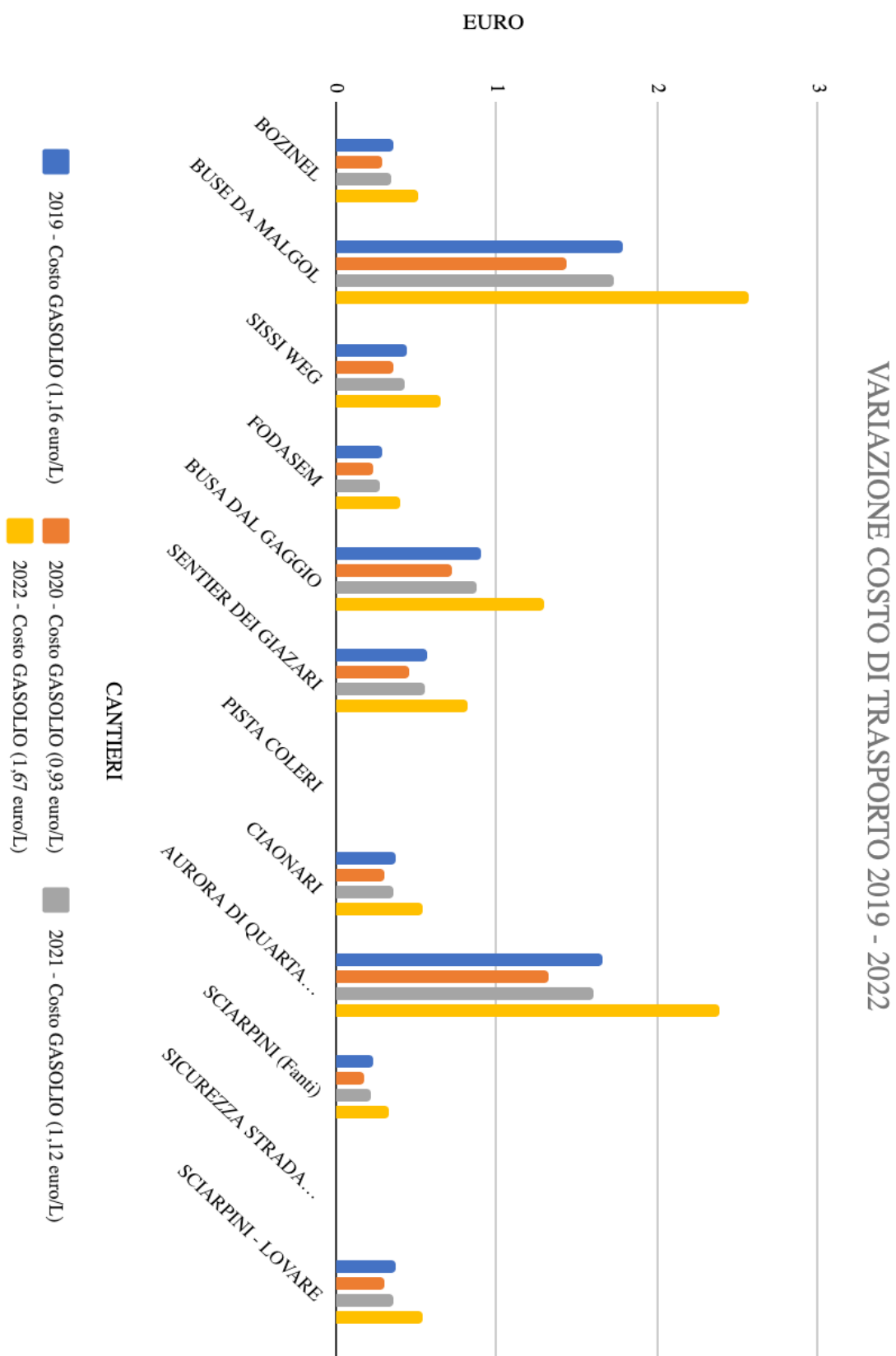


Grafico 7: variazione costi di trasporto, consumo 0,518 l/km

Valori di CO₂ eq. prodotta

Come precedentemente scritto, sulla base dei dati del progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*) i valori di CO₂ equivalente prodotta dall'operazione di cippatura e dalla logistica sono i seguenti:

Tabella 41: CO₂ equivalente prodotta cippatura nel complesso per cantiere forestale

Cantiere	CO₂ equivalente prodotta cippatura (kg)
Bozinel	1081,32
Buse da Malgol	915,58
Sissi Weg	370,25
Fodasem	298,33
Busa dal Gaggio	1536,03
Sentier dei Giazari	132,35
Pista coleri	327,15
Ciaonari	609,74
Aurora di Quartana	1942,44
Sciarpini (Fanti)	236,77
Sicurezza strada Palade	1219,77
Sciarpini - Lovare	580,08

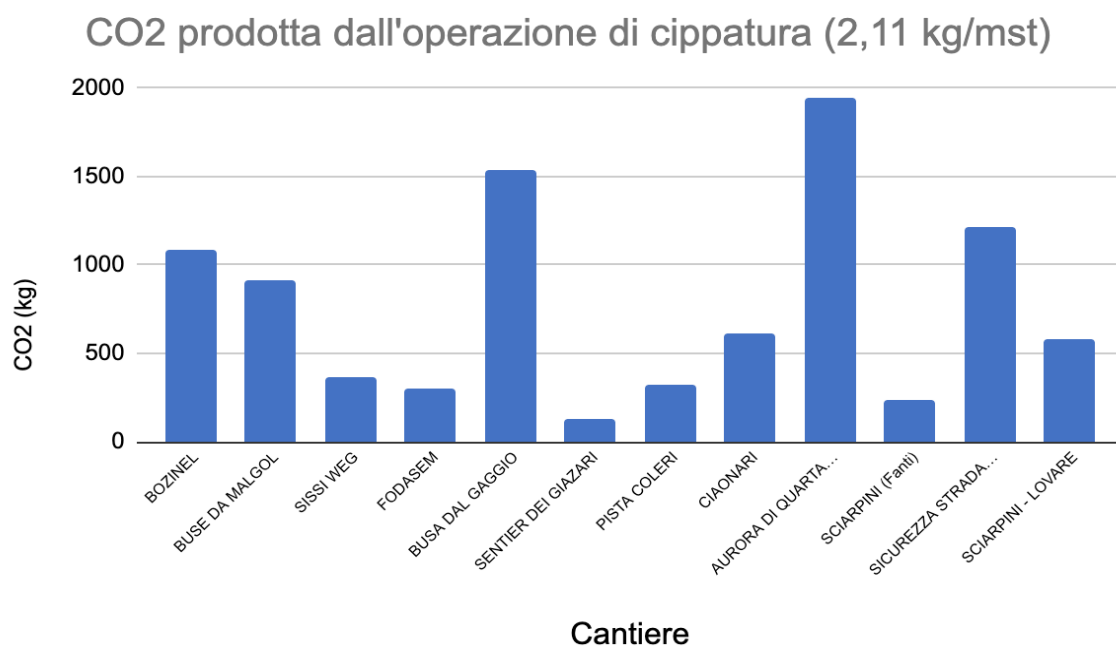


Grafico 8: CO₂ equivalente prodotta nei diversi cantieri complessiva per l'operazione di cippatura; Valore pari a 2,11 kg/mst derivato dal progetto LogistiCiPlus (Cadei et al. 2021)

Tabella 42: CO₂ equivalente prodotta trasporto

Cantiere	CO ₂ equivalente prodotta trasporto (kg)
Bozinel	0,62
Buse da Malgol	3,08
Sissi Weg	0,77
Fodasem	0,48
Busa dal Gaggio	1,56
Sentier dei Giazari	0,98
Pista coleri	0,00
Ciaonari	0,64
Aurora di Quartana	2,86
Sciarpini (Fanti)	0,39
Sicurezza strada Palade	0,00
Sciarpini - Lovare	0,64

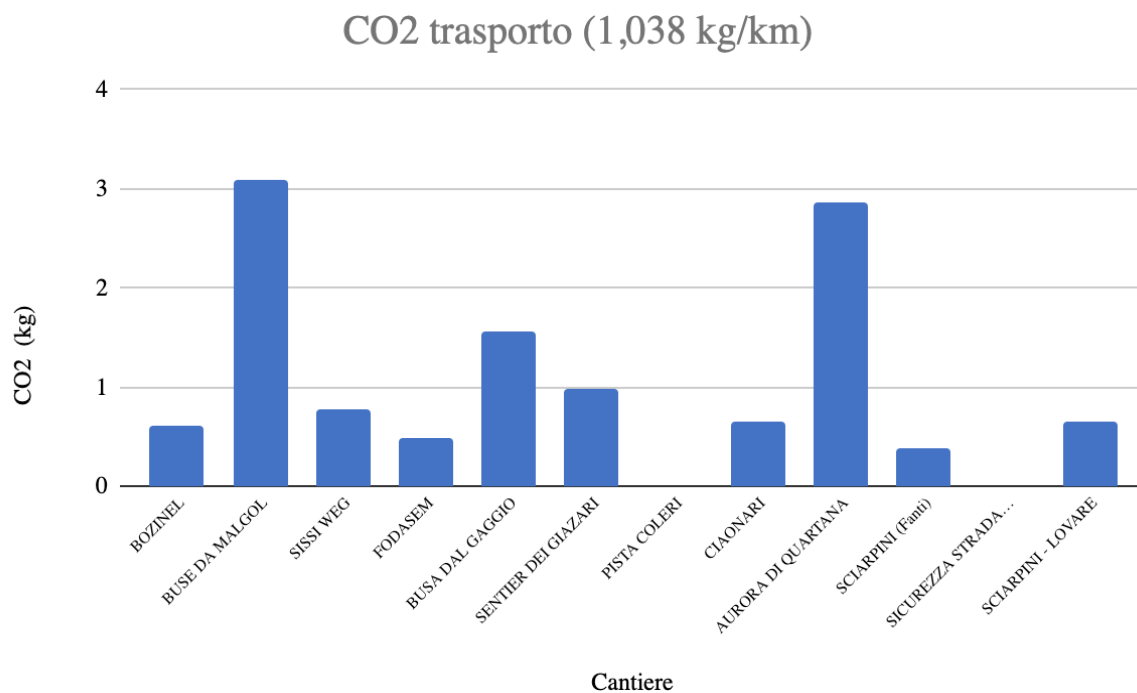


Grafico 9: CO₂ equivalente prodotta dal trasporto nei diversi cantieri. Valore pari a 1,038 kg/km derivato dal progetto LogistiCiPlus (Cadei et al. 2021)

4. DISCUSSIONE

Nell'operazione di cippatura, l'aumento dei costi delle materie prime ha imposto una modalità di lavoro che porta le imprese forestali a valutare sempre più attentamente la possibilità di intraprendere il lavoro in un cantiere forestale. Come visto nei capitoli precedenti, in seguito alla pandemia COVID-19 e il conflitto Russo-Ucraino, il continuo aumento dei prezzi delle materie prime, principalmente gasolio e lubrificanti, sommate a tutti gli altri aumenti che gravano sulle imprese, provocano inevitabilmente un aumento complessivo dei costi di gestione e utilizzo delle macchine cippatrici. Analizzando nello specifico i costi fissi e variabili delle diverse tipologie di macchine cippatrici, trainata o su autocarro, è emerso che l'aumento delle materie prime provoca un incremento dei costi di una percentuale tale da ridurre al minimo il margine del guadagno sul lavoro.

Analizzando il periodo che va dal 2019 al 2022, è stato calcolato che i continui cambiamenti dei prezzi, senza la giusta parificazione del prezzo di vendita del cippato, hanno creato una crisi nelle imprese forestali che porta queste ultime a effettuare dei lavori riducendo al minimo quello che poteva essere il margine di valore del lavoro.

I valori calcolati nel seguente elaborato hanno fatto emergere che tra le due tipologie di macchine c'è una differenza, sia per la tipologia di cantiere che per le ore di utilizzo delle stesse: risulta più conveniente l'utilizzo della macchina cippatrice su autocarro, calcolando i costi ridotti di circa il 23%; è importante comunque ricordare che il prezzo di acquisto della macchina cippatrice su autotreno è inferiore in quanto la macchina è stata acquistata usata. Come è stato calcolato e mostrato nei capitoli precedenti, il costo di utilizzo della macchina cippatrice aumenta al diminuire delle ore di utilizzo: durante l'anno, l'uso della macchina risulta fondamentale per ridurre quelli che sono i costi orari giornalieri. Gli stessi sono stati confrontati nel periodo 2019 – 2022 considerando il valore delle materie prime, e i valori determinati grazie ai calcoli effettuati hanno visto una variazione di circa il 20% per la cippatrice trainata e del 13% per la cippatrice su autotreno. I valori calcolati differenziati sulla base delle ore di utilizzo hanno fatto emergere che passando da un utilizzo ridotto di 400 h/annue ad un utilizzo di 1600 h/annue, la variazione del costo si riduce, in base all'anno di riferimento, tra il 37% e il 43% per la cippatrice trainata; questi valori si aggirano attorno al 30% e 35% per la cippatrice su autocarro.

Tabella 43: differenza % del costo orario sulla base dell'utilizzo orario annuo della macchina cippatrice trainata

Anno	costo orario con 400 h utilizzo (€/h)	costo orario con 1600 h utilizzo (€/h)	differenza %
2019	216,70	124,90	- 42,36
2020	210,00	118,20	- 43,71
2021	221,10	129,30	- 41,52
2022	246,30	154,50	- 37,27

Tabella 44: differenza % del costo orario sulla base dell'utilizzo orario annuo della macchina cippatrice su autocarro

Anno	costo orario con 400 h utilizzo (€/h)	costo orario con 1600 h utilizzo (€/h)	differenza %
2019	155,30	103,20	- 33,55
2020	148,50	96,50	- 35,02
2021	155,50	103,50	- 33,44
2022	171,40	119,40	- 30,34

Per quanto riguarda l'applicazione dei valori di costo delle macchine cippatrici ai dodici casi studio reali, i valori si differenziano tra loro in base alla quantità di materiale presente nel cantiere e alla logistica che caratterizza gli stessi. Dal punto di vista del consumo nell'operazione di cippatura, l'aumento del prezzo delle materie prime ha provocato inevitabilmente un aumento del costo di cippatura per l'impresa forestale. Per quanto riguarda la cippatrice trainata, applicando ai casi reali la sua produttività e tenendo conto dei consumi e del tempo di cippatura, è emerso un aumento del 30% dei costi tra il 2019 e il 2022.

Per la cippatrice su autocarro, sulla base dei dati calcolati, questo aumento di costi si riduce al 23%, ma risulta comunque elevato per l'impresa forestale. Questo aumento è determinante ai fini del bilancio annuale dell'impresa forestale, portando la stessa a determinate scelte nell'uso del macchinario stesso. Dal punto di vista della quantità di

materiale presente sul cantiere, risulta fondamentale una quantità minima tale da motivare l'uso della macchina cippatrice: più il cantiere è grande, maggiore sarà il margine per l'impresa forestale. Il dato minimo di cantiere, non è stato possibile calcolarlo, perché questo dipende dal luogo del cantiere, dal materiale presente, dalla logistica che lo caratterizza e dalla destinazione finale del materiale.

Per quanto riguarda il trasporto del cippato, le caratteristiche della viabilità e la logistica dei cantieri analizzati, risultano fondamentali ai fini della riduzione al minimo dei costi di trasporto. Questi valori, seppur di piccola entità, vanno comunque a sommarsi a tutte le altre spese che gravano sull'impresa forestale. Applicando ai casi studio reali la variazione dei costi di gasolio dal 2019 al 2022, è emerso che c'è stato un aumento del 30%. Risulta fondamentale la logistica e la possibilità di presenza contemporanea dell'autotreno che trasporta direttamente alle centrali di utilizzo. In una situazione di montagna come quella analizzata, questo è stato possibile solo in due situazioni, mentre nelle altre è stato necessario individuare un piazzale di deposito temporaneo e quindi un trasporto intermedio tra la zona di lavoro e l'autotreno finale destinato alle centrali.

Infine, sulla base dei dati del progetto LogistiCiPlus (*Cadei et al. 2021*), è stata calcolata la CO₂ equivalente prodotta dall'operazione di cippatura e dal trasporto. Questi due valori, vanno a formare la grossa parte in percentuale della quantità totale di CO₂ equivalente prodotta: oltre all'operazione di cippatura e trasporto, bisogna tener conto della movimentazione dei macchinari e dei tempi morti. Seppur il valore in kg di CO₂ eq. sembri elevato, è importante ricordare che questi valori sono legati alla combustione di combustibili fossili nell'utilizzo delle macchine. Il processo rimane comunque ecosostenibile, perché la CO₂ emessa dalla combustione del legno era già "presente" nel sistema e viene subito riassorbita, mentre quando si usano combustibili fossili, la CO₂ prodotta va ad aggiungersi al "sistema".

5. CONCLUSIONI

A conclusione del seguente lavoro, visti i risultati causati dall'aumento dei costi, è stato possibile confermare quello che le imprese forestali evidenziano da tempo. Per le imprese forestali diventa sempre più importante valutare le proposte di cantiere. Nella gestione e utilizzo delle macchine cippatrici, come confermato dai questionari, i costi sono già elevati e in fase di incremento mettendo in compromissione la redditività dell'operazione. I continui aumenti delle spese, senza la giusta parificazione del prezzo di vendita del cippato, provoca un disequilibrio tale da non giustificare la movimentazione della macchina cippatrice per le operazioni di cippatura nei cantieri forestali. Oltre a questo, come scritto sul questionario da un'impresa forestale della zona, la preparazione e la qualità del materiale da destinare a cippato deve aumentare ed essere migliore: la presenza di terra e sassi all'interno del materiale provoca un aumento dei tempi morti durante il lavoro e aumenta il rischio di rotture nella macchina. Inoltre la presenza di materiale di qualità maggiore nella catasta da destinare a cippato, aumenta la possibilità di vendita e utilizzo dello stesso. La creazione di una catasta in modo regolare, permette alla macchina cippatrice una diminuzione dei tempi morti causati dalla movimentazione per il raggiungimento del materiale. Per quanto riguarda l'utilizzo del cippato, c'è da rivedere quella che è tutta la filiera: è importante favorire la filiera corta, incentivando e motivando centrali ulteriormente all'utilizzo e acquisto di cippato prodotto dalle imprese forestali della zona. Questa situazione riduce di molto la spesa dovuta al trasporto, favorendo e migliorando il lavoro delle imprese forestali. "È inammissibile che il cippato prodotto in Val di Non (TN) venga portato a Chioggia (VE) per poi essere imbarcato e mandato all'estero, come dichiarato dalle imprese della zona, quando le centrali della zona utilizzano cippato proveniente dal Sud Italia". La filiera corta, oltre a ridurre i costi per le imprese, diminuisce la produzione di CO₂ causata dai trasporti, riduce il rischio di incidente per gli autotreni e migliora la qualità e l'identità del cippato.

Un altro passo da fare nel più breve tempo possibile è quello di aumentare e migliorare l'informazione e la conoscenza negli Enti pubblici e nella gente comune per quanto riguarda la filiera del cippato: ogni Ente dovrebbe aiutare e favorire l'acquisto del cippato dalle imprese forestali del territorio, anche a discapito del prezzo di acquisto. Questo è possibile creando dei bandi di fornitura a favore delle imprese che garantiscano loro la destinazione finale di una determinata quantità di cippato durante l'anno. In questo modo,

anche cantieri di ridotte dimensioni, se vicini alle centrali di utilizzo, verrebbero utilizzati e quindi portati a termine riducendo le cataste di ramaglia presenti sul territorio e quindi riducendo possibili focolai di malattie delle piante.

La selezione degli alberi da destinare al taglio e quindi la creazione di progetti di taglio, andrebbe rivista anche a favore delle imprese forestali che producono cippato. In determinati casi, se logisticamente favoriti, una serie di cantieri potrebbero essere creati destinando alcune piante a cippatura completa in modo da aumentare la qualità del cippato forestale. La cippatura di sola ramaglia e cimali crea un cippato di qualità non elevata e con destinazione vincolata a determinate centrali. L'inserimento di alcune piante da cippare, aumenta la qualità dello stesso.

Per quanto riguarda la Provincia Autonoma di Trento, visti i contributi dati per le utilizzazioni di cantieri da schianti Vaia, potrebbero essere messi a disposizione dei contributi che andrebbero ad aumentare il prezzo di vendita del cippato. Anche una piccola contribuzione, potrebbe ridurre di molto i costi che gravano sull'impresa forestale, favorendo un utilizzo di cantieri che con i costi d'oggi non vengono presi in considerazione.

Sarebbe importante migliorare la comunicazione tra ditta utilizzatrice del cantiere e impresa forestale che effettua l'operazione di cippatura. In questo modo si potrebbero destinare a cippato un insieme di cataste di ramaglie provenienti da cantieri diversi ma vicini tra loro. In questo modo, anche quantità di materiale ridotte che non giustificano la movimentazione della macchina cippatrice, potrebbero comunque essere oggetto di cippatura, perché insieme ad altri.

Infine, visti i bandi PSR a favore dell'acquisto di macchinari forestali attivi da diversi anni, è importante migliorare e adeguare la viabilità forestale per favorire l'uso di questi macchinari all'avanguardia. In questo modo si evitano danni alle infrastrutture, si riduce il rischio di infortunio e si aumenta la velocità e resa del lavoro svolto.

6. BIBLIOGRAFIA

Ai fini della ideazione e sviluppo della tesi è stata di cruciale importanza la consultazione dei seguenti testi, articoli e relazioni.

- *AA. VV. 2022 - Report finale sullo stato di attuazione del Piano d'Azione per la gestione dell'emergenza Vaia in Provincia Autonoma di Trento*
- *Agenzia per le risorse idriche e l'energia, 2017 - Rapporto di monitoraggio biomassa legnosa Provincia Autonoma di Trento*
- *Cadei A., Grigolato S., Marchi L., Mologni O. 2021. Relazione tecnico-scientifica sull'attività di supporto al progetto LogistiCiPlus. PSR 2014-2020, Provincia Autonoma di Trento.*
- *Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova. 63p.*
- *Cadei A., Grigolato S., Argnani A., Campeotto S., Valutazione dell'efficienza dei cantieri di cippatura - Un caso studio del progetto LogistiCiPlus in ambito forestale montano. Sherwood - Alberi e Foreste Oggi, allegato Tecnico e Pratico, Ed. 149, pp. 15-18*
- *Grigolato S., Cadei A., Argnani A., Baldo M., Campeotto S., Cippato forestale, l'efficienza dei cantieri di valutazione con la telemetria. AgriForEnergy Ed. 2/2020, pp. 43-46.*
- *Hippoliti G. (1988) - "Appunti di meccanizzazione forestale" - C.U.S.L., Firenze.*
- *Linee tecniche per la pianificazione forestale aziendale – Servizio Foreste e Fauna – Provincia Autonoma di Trento*
- *Mercati&Prezzi – Gennaio 2022 – AIEL*
- *Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP) 2021 – 2030 – Agenzia provinciale per le Risorse Idriche e L'energia (APRIE) – Provincia Autonoma di Trento*
- *Piegai F. – Glossario dei termini più comuni impiegati nell'ambito delle utilizzazioni forestali. Sherwood n° 29, 1997: 13-19.*

7. ALLEGATI

- Allegato 1: questionario impresa forestale Coradai SRL

Effetto della variazione dei prezzi di carburanti e di minerali sul costo di produzione del cippato forestale
Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Forestali ed Ambientali – Università degli Studi di Padova AA2021-2022
Laura Nicoletti Baldassari – Supervisore Stefano Grigoletto



Aprile 2022

Questionario sull'andamento dei costi di esercizio nelle operazioni di cippatura

Impresa **Coradai SRL**

Sede **Daone (TN)**
(Comune)

Il questionario rientra in una attività di tesi che si pone l'obiettivo di analizzare l'effetto della variazione dei prezzi delle materie prime a seguito della epidemia da COVID-19 e del conflitto Russia-Ucraina sul costo di produzione di cippato forestale. Il questionario coinvolgerà più imprese specializzate nella produzione di cippato nell'ambito territoriale del nord-est.

I dati saranno trattati in modo anonimo e riservato e saranno funzionali alla elaborazione complessiva e non singola per impresa. Per eventuali chiarimenti potete contattare Nicola Baldassari (telefonicamente al 347 757 9997 nicola.baldassari@studenti.unipd.it) e Stefano Grigoletto (telefonicamente al 385 120 9976 o via mail stefano.grigoletto@unipd.it).

Macchina

Marca e modello cippatrice	Mus Max WT10XL
Tipo (semovante, trainata, portata)	Cipper truck
Alimentazione (motore autonomo, presa di potenza)	Da autocarro
• se motore autonomo potenza (kW)	//
• se alimentata potenza motore (kW)	398 Kw
Anno di costruzione	2012
Anno di acquisto	2017
Costo (indicativo) di acquisto (€)	170.000,00 euro
Eventuale contributo PSR (SI/NO)	//
Aggiornamento Industria 4.0 (SI/NO)	//

Iniezione e manutenzione ordinaria

Impiego settimanale (giorni)	5 gg
Impiego giornaliero (inclusi trasferimenti) (ore)	
Tempo di pulizia (% su impiego giornaliero)	
Produttività oraria media fusti (m^3 steri / ora)	
Produttività oraria media ramaglia (m^3 steri / ora)	
Produttività oraria media stanghe (m^3 steri / ora)	
Consumo trasferimento (se semovente) (Mkm)	
Consumo trasferimento (se trainata) (Mkm)	//
Consumo carburante orario (indicativo) (litri/ore)	
Sostituzione olio motore (ore)	300 h
Quantità olio motore sostituito (kg o litri)	35 lt
Sostituzione olio idraulico (ore)	//
Quantità olio idraulico sostituito (kg o litri)	2 lt/settimana
Ingrassaggio (ore)	30 h
Quantità grasso (kg o litri)	0,30 kg
Numero coltelli	6
Sostituzione coltelli (indicativo) (ore)	30 h
Numero contro-lame	1
Sostituzione contro-lame (indicativo) (ore)	2 volte l'anno

Costi

Gasolio (media indicativa per trimestre €/l)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
1,129	1,146	1,118	1,134	1,069	0,917	0,953	0,961	1,054	1,112	1,128	1,241	1,475			

Note:

Lubrificante olio motore (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
	2,9876			2,8051									2,9953		

Note:

Lubrificante olio-idraulico (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
	2,5587	3,69		2,9245		3,0245		2,0291					2,2947		

Note:

AdBlue / Urea (media indicativa per trimestre €/l)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
		0,90	0,32	0,30		0,26		0,26		0,285		0,66			

Note:

Costo coltelli (media indicativa per trimestre €/coltello)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
89,125		74,20		112,50					46,083						

Note:

Costo controlli (media indicativa per trimestre €/controllo)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
	658,334				60,50					691,254					

Note:

Costo assicurazione (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022
1330,00	2156,00	2490,00	

Note:

Costo bolli (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022
249,00	249,00	249,00	

Note:

Costi di manutenzione ordinaria tagliandi, revisione (indicativi)

2019	2020	2021	2022
19567,00	31354,00	21849,69	11354,00 - fino ad aprile

Note:

Costo orario operatore indicativo (€/ora)

2019	2020	2021	2022
18,15	18,15	18,15	18,15

Note:

Ha ulteriori note, indicazioni e/suggerimenti da dare?

Quali sono a suo avviso le proposte per contenere i costi?

Migliorare l'approccio alla preparazione della biomassa da cippare.

- Allegato 2: questionario Az. Agr. Guerra Renato

Effetto della variazione dei prezzi di carburanti e oli minerali sul costo di produzione del cippato forestale
Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Forestali ed Ambientali – Università degli Studi di Padova AA2021-2022
Laureando Nicola Baldassarri – Supervisore Stefano Grigoletto



Aprile 2022

Questionario sull'andamento dei costi di esercizio nelle operazioni di cippatura

Impresa **Az Agr Guerra Renato**

Sede
(Comune)

Scorze'

Il questionario rientra in una attività di tesi che si pone l'obiettivo di analizzare l'effetto della variazione dei prezzi delle materie prime a seguito della epidemia da COVID-19 e del conflitto Russia-Ucraina sul costo di produzione di cippato forestale. Il questionario coinvolgerà più imprese specializzate nella produzione di cippato nell'ambito territoriale del nord-est.

I dati saranno trattati in modo anonimo e riservato e saranno funzionali alla elaborazione complessiva e non singola per impresa. Per eventuali chiarimenti potete contattare Nicola Baldassarri (telefonicamente al 347 757 8687 nicola.baldassarri@studenti.unipd.it) e Stefano Grigoletto (telefonicamente al 385 120 9876 o via mail stefano.grigoletto@unipd.it).

Macchina

Marca e modello cippatrice	Wust Hacker KPC-12
Tipo (semovente, trainata, portata)	Trainata
Alimentazione (motore autonomo, presa di potenza)	Presa di forza
• se motore autonomo potenza (kW)	-
• se alimentata potenza motore (kW)	291
Anno di costruzione	2014
Anno di acquisto	2014
Costo (indicativo) di acquisto (€)	300
Eventuale contributo PSR (SI/NO)	SI
Agevolazione Industria 4.0 (SI/NO)	NO

Iniezione e manutenzione ordinaria

Impiego settimanale (giorni)	1
Impiego giornaliero (inclusi trasferimenti) (ore)	2
Tempo cippatura (% su impiego giornaliero)	0,5
Produttività oraria media fusti (m ³ steri / ora)	150 metri cubi / ora
Produttività oraria media ramaglia (m ³ steri / ora)	130 metri cubi / ora
Produttività oraria media stanghe (m ³ steri / ora)	145 metri cubi / ora
Consumo trasferimento (se semovente) (Mkm)	-
Consumo trasferimento (se trainata) (Mkm)	0,2 litri al km (trattore)
Consumo carburante orario (indicativo) (litri/ore)	40 litri ora (trattore)
Sostituzione olio motore (ore)	350 ore (trattore)
Quantità olio motore sostituito (kg o litri)	38 litri (trattore)
Sostituzione olio idraulico (ore)	2000 ore (cippatore)
Quantità olio idraulico sostituito (kg o litri)	100 (cippatore)
Ingrassaggio (ore)	8 (cippatore)
Quantità grasso (kg o litri)	1 kg (cippatore)
Numero coltelli	10
Sostituzione coltelli (indicativo) (ore)	da 24 a 100 ore
Numero contro-lame	10+10
Sostituzione contro-lame (indicativo) (ore)	1000

Costi

Gasolio (media indicativa per trimestre €/l)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
1,13	1,16	1,16	1,13	0,95	0,91	0,91	0,96	1,03	1,09	1,20	1,16	1,95	1,42		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Lubrificazione olio motore (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2018				2018				2018				2018			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
3,20	3,20	3,22	3,21	3,4	3,40	3,42	3,41	3,90	4,22	4,18	4,60	4,88	4,74		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Lubrificazione olio idraulico (media indicativa per trimestre €/l o €/kg)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
0,88	0,88	0,89	0,88	0,90	0,90	0,91	0,91	1,05	1,08	1,10	1,07	1,06	1,05		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

AdBlue / Urea (media indicativa per trimestre €/l)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,74	0,74		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costo coltelli (media indicativa per trimestre €/coltello)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
12,5	12,5	12,5	12,5	13	13,00	13,00	13,00	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14,00		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costo controlli (media indicativa per trimestre €/controllo)

2019				2020				2021				2022			
I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°	I°	II°	III°	IV°
780,00	780,00	800,00	812,00	850,00	850,00	895,00	895,00	1126	1126,00	1242,00	1242,00	1280,00	1280,00		

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costo assicurazione (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022
2650,00	2600,00	2500,00	1600,00

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costo bollo (indicativo annuo)

2019	2020	2021	2022
-	-	-	-

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costi di manutenzione ordinaria tagliandi, revisione (indicativi)

2019	2020	2021	2022
5000,00	5700,00	6000,00	6800,00

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Costo orario operatore indicativo (€/ora)

2019	2020	2021	2022
25,00	27,00	30,00	32,00

Note: Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Ha ulteriori note, indicazioni e/suggerimenti da dare?

Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

Quali sono a suo avviso le proposte per contenere i costi?

Non ho i dati 2018. La tabella indica quattro volte 2018. Parto dal 2019 a sx fino al 2022 a dx.
N.B. La nota scritta in questa casella si copia automaticamente nelle altre. Non c'è modo di scrivere note diverse negli appositi spazi. IVA ESCLUSA !

RINGRAZIAMENTI

Per il percorso universitario concluso e la creazione di questo elaborato, vorrei ringraziare:

i miei genitori, Anna e Ugo, e mio fratello, Luca, per avermi permesso di seguire il percorso di studio e avermi supportato e sopportato nel raggiungere i miei obiettivi;
mia nonna, i miei zii e tutti i miei parenti per avermi incitato a finire il percorso iniziato ormai anni fa e interrotto per motivi di lavoro;
i miei super amici, Alessandro S., Alessandro A., Arianna e Michele per avermi fatto trascorrere il periodo universitario in maniera più leggera e meno ansiosa, avermi aiutato a staccare e avermi sopportato nei miei momenti lunatici;
tutti i miei colleghi della Stazione forestale di Fondo, Erwin, Gabriele, Patrick, Bruno, Alessandro, Sabrina, Tobia, per avermi aiutato nella raccolta dati e supportato nel finire il mio percorso, avermi sostituito nel periodo di stesura della tesi e per sopportarmi ogni giorno a lavoro. Ringrazio anche l'ex collega Ivan e Matteo;
tutti i componenti dell'Ufficio Distrettuale Forestale di Cles;
Omar Mologni e Alberto Cadei, per i continui confronti nella stesura della tesi;
le imprese forestali Coradai S.R.L., Biasi Legno e Az. Agr. Guerra Renato per i dati forniti e i continui confronti;
tutti i miei coinquilini che hanno trascorso con me un periodo fondamentale della mia vita, Nicola, Luca, Luca, Daniele;
tutti i miei compagni universitari conosciuti nel periodo passato a Legnaro;
tutte le persone che mi hanno sostenuto in questo mio percorso;

Grazie!

Nicola Baldessari